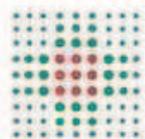


44

Nota interregionale “Grisù - TBM”



TIPO ANNO NUMERO
PG / 2012 / 132178

DEL 28/05/2012

**AI RESPONSABILI DEL DIPARTIMENTO
DELLA PREVENZIONE DELLE AZIENDE USL
DELLA TOSCANA**

**AI RESPONSABILI DEL DIPARTIMENTO
DI SANITÀ PUBBLICA DELLE AZIENDE USL
DELL'EMILIA-ROMAGNA**

**AL MINISTERO DEL LAVORO E DELLE
POLITICHE SOCIALI**

AL MINISTERO DELLA SALUTE

**AL RESPONSABILE DEL DIPARTIMENTO
TECNOLOGIE DI SICUREZZA
INAIL - ISPESL**

**ALLA CONFERENZA DELLE REGIONI E DELLE
PROVINCE AUTONOME**

**ALLA COMMISSIONE SALUTE DELLA
CONFERENZA DELLE REGIONI E DELLE P.A.**

**AL DIRETTORE DELLA DIREZIONE
REGIONALE DEL LAVORO TOSCANA**

**AL DIRETTORE DELLA DIREZIONE
REGIONALE DEL LAVORO EMILIA-ROMAGNA**

**AI RESPONSABILI REGIONALI
DELLE ORGANIZZAZIONI SINDACALI
FILLEA-CGIL, FILCA-CISL, FENEAL-UIL**

ALLE ASSOCIAZIONI DATORIALI REGIONALI

A A.N.A.S. S.P.A.

A AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.P.A.

A R.F.I. S.P.A

**A SOCIETÀ AUTOSTRADA
LIGURE TOSCANA P.A.**

A ITALFERR S.P.A.

A SPEA- INGEGNERIA EUROPEA S.P.A.

A PAVIMENTAL S.P.A.

A TOTO S.P.A. COSTRUZIONI GENERALI

**Oggetto: Scavo meccanizzato di grande sezione con TBM – EPB in terreni grisutosi.
Grisù – TBM**

Le grandi opere infrastrutturali che interessano il territorio delle Regioni Emilia – Romagna e Toscana (Treno ad Alta Velocità – TAV e Variante Autostradale di Valico – VAV e 3^a Corsia Autostradale) prevedono, nel loro tracciato, la realizzazione di molteplici gallerie.

I lavori del TAV sono conclusi nella parte che riguarda la realizzazione del tracciato ferroviario, mentre sono in corso di costruzione le stazioni nei capoluoghi delle due Regioni.

Per quanto concerne la Variante Autostradale di Valico e la 3^a Corsia Autostradale, i lavori sono in fase di esecuzione in molteplici lotti ed in quelli conclusi l'opera autostradale è già fruibile dagli utenti.

Tutte le gallerie del tracciato extra urbano della linea ferroviaria sono state scavate con tecnica tradizionale e metodo a piena sezione, mentre il tracciato urbano della linea, sotto la città di Bologna, ed una galleria di emergenza che affianca la galleria di Vaglia sono state realizzate con fresa a piena sezione (TBM).

Nella tratta extraurbana, la nuova linea ferroviaria utilizza un'unica galleria per i due sensi di marcia, mentre nella tratta urbana realizzata con fresa, ogni galleria è destinata ad un solo senso di percorrenza. Questa soluzione ha permesso, tra l'altro, di eseguire gallerie di sezione minore con TBM.

Nel caso della Variante Autostradale di Valico e della 3^a Corsia Autostradale, tutte le gallerie sono state realizzate con tecnica tradizionale e sono riservate ad un solo senso di marcia a tre corsie. Per tale motivo le gallerie della VAV hanno sezione maggiore rispetto a quelle del TAV.

Molte formazioni geologiche dell'Appennino hanno caratteristiche strutturali che hanno favorito l'accumulo di metano che durante le operazioni di scavo può dare luogo ad emissioni di gas (grisù) nell'atmosfera della galleria.

Fin dall'inizio dei lavori per la realizzazione dei progetti TAV e VAV, le Regioni che sottoscrivono questo documento hanno promosso la redazione di standard tecnici di sicurezza, basati su una valutazione scientifica delle possibilità che il grisù interessi i cantieri sotterranei e sulla classificazione tecnica delle gallerie in relazione al livello di possibilità di flussi di gas verso il cantiere. Tali standard correlano il complesso di misure di sicurezza all'indice di classifica, e prevedono un sistema di monitoraggio e procedure correlate ai valori di tenore in atmosfera del metano rilevati dal sistema. Le procedure comprendono livelli di attenzione, di allarme e l'abbandono della galleria, il sezionamento degli impianti elettrici, la manutenzione e controllo dei sistemi di misura del livello di gas nell'aria.

La Nota Interregionale n° 28 del 13/01/2005 prot. n° ASS/PRC/05/1141 "Lavori in sottoterraneo. Scavo in terreni grisutosi. Grisù 3^a edizione" esplicita, in termini rigorosamente scientifici e tecnici gli argomenti sopra enunciati.

Al termine della Premessa (capitolo 1), la Nota sopra citata ricorda che: *"Queste linee guida sono state redatte considerando gallerie di grande sezione, realizzate con metodo a piena sezione e con tecnologia di scavo tradizionale. Nel caso di opere con sezioni medio – piccole o di opere realizzate con sezione parzializzata e nel caso di scavo a piena sezione con TBM occorre ridefinire l'applicazione dei concetti enunciati"*.

L'adozione dello scavo meccanizzato con TBM non aveva trovato fino ad ora applicazione nel progetto VAV in quanto non era disponibile una soluzione tecnica compatibile con la potenziale presenza di metano nelle formazioni da scavare e d'altra parte manca un'indicazione normativa sui principi realizzativi di una TBM idonea ad operare in un contesto grisutoso.

Si deve inoltre rilevare che i fabbricanti di TBM non avevano, fino ad ora, mai costruito frese di dimensioni tali da permettere la realizzazione di gallerie con tre corsie di marcia.

Le scriventi Regioni ed i Servizi delle Az. USL (Unità Operative di Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro e Impiantistiche Antinfortunistiche) delle Regioni interessate hanno sempre avuto un atteggiamento aperto nei confronti delle innovazioni tecniche e, interpellate sulla possibilità di avviare un progetto rivolto a superare i suddetti limiti, realizzando una TBM ad hoc, hanno avuto un atteggiamento fattivo e collaborativo.

Si trattava di investire risorse ed energie nello sviluppo di un progetto totalmente innovativo in grado di coniugare l'industrializzazione del lavoro di scavo con l'adozione di nuovi standard di sicurezza che interpretassero e correlassero i principi di sicurezza all'architettura ed all'organizzazione di un cantiere di scavo con TBM.

Nel momento in cui un committente ha deciso di procedere alla realizzazione di una galleria in terreni grisutosi con TBM ed un fabbricante si è dichiarato disponibile a realizzarla, è diventato prioritario individuare una soluzione tecnica al problema di costruire una fresa idonea ad operare in tali terreni, visto che non sono in vigore specifiche norme tecniche in sede internazionale, europea o nazionale. D'altra parte, la Nota Interregionale n° 28, come in essa è esplicitamente indicato, non può trovare applicazione in questo tipo di cantieri e, pertanto, si è provveduto a sviluppare questo nuovo standard tecnico.

La TBM annulla la discontinuità associata alla successione in serie delle fasi di scavo elementari, discontinuità che è tipica della tecnica tradizionale, e permette di realizzare grandi produzioni poiché pone in essere, con sequenze parallele, tutte le fasi di scavo dall'abbattimento fino al rivestimento definitivo. In altri termini, il manufatto galleria è

completo in tutti i suoi elementi già a tergo della TBM. Pertanto, è presumibile che questa tecnica avrà grande applicazione nel prossimo futuro e lo sviluppo di soluzioni tecniche per il superamento del problema grisù non potrà che consolidare questa tendenza.

La Nota è stata redatta dal Gruppo interregionale Alta Velocità, costituito da tecnici delle Unità Operative di Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro e Impiantistiche Antinfortunistiche delle Aziende USL delle Regioni interessate, con la collaborazione del DICAM (Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e dei Materiali) dell'Università di Bologna, del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze, da tecnici di SPEA Ingegneria Europea S.p.A.

Si invitano i Committenti dei lavori e le Imprese appaltatrici a dare adempimento ai contenuti della presente Nota.

Si invitano i Committenti a trasmettere ai Coordinatori per la Sicurezza la presente Nota affinché questi ultimi ne tengano conto nella loro attività.

Si invitano i Servizi di vigilanza in indirizzo a verificare l'applicazione della presente Nota nell'ambito della propria attività di controllo.

Si allega: **“Scavo meccanizzato di grande sezione con TBM – EPB in terreni grisutosi. Grisù - TBM”**

**Regione Emilia Romagna
Assessorato Politiche
per la Salute**

**Servizio Sanità Pubblica
ad interim
ALBA CAROLA FINARELLI**

**Regione Toscana
Direzione Generale Diritti di
Cittadinanza e Coesione Sociale**

**Settore Prevenzione Igiene e Sicurezza
sui Luoghi di Lavoro
DANIELA VOLPI**

Scavo meccanizzato di grande sezione con TBM – EPB in terreni grisutosi. Grisù -TBM

PREMESSA

Lo scavo meccanizzato di grande sezione con TBM, sia del tipo EPB che HydroShield, impone l'osservanza di procedure di sicurezza ad hoc nel caso che l'ammasso roccioso contenga grisù. La presente Nota Interregionale (nel seguito, per brevità, è richiamata anche con l'acronimo NIR) fornisce le procedure tecniche per l'esecuzione di scavi con TBM - EPB, in condizioni di sicurezza.

INTRODUZIONE

Gli scavi delle gallerie dei progetti Treno Alta Velocità (TAV) e Variante Autostradale di Valico (VAV) interessano, per ampi tratti dell'Appennino Tosco Emiliano, terreni e/o geostrutture contenenti metano o, quantomeno, condizioni di permeabilità che possono favorire il flusso del gas verso i cantieri sotterranei.

La realizzazione di tali opere è in atto da oltre un quindicennio, periodo durante il quale la normativa che tutela la sicurezza delle maestranze da esplosioni di miscele aria metano nelle gallerie in costruzione, ha subito radicali cambiamenti dalle modifiche al D.P.R. 320/56 fino all'emanazione del D.Lgs. 81/08 e successive modifiche ed integrazioni.

In particolare, sono entrati in vigore i seguenti decreti e norme:

- il D.P.R. 126/98 che recepisce la Direttiva 94/9/CE (nota come ATEX 4) sugli apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva. Il campo di applicazione riguarda l'ambiente industriale e più in generale tutti gli impianti di superficie (apparecchi di gruppo II) e l'ambiente minerario e dei lavori in sottoterraneo (apparecchi di gruppo I);
- la norma tecnica armonizzata UNI EN 1834-2, entrata in vigore il 30 settembre 2001, che disciplina la costruzione dei motori da utilizzarsi in lavori sotterranei in atmosfere potenzialmente esplosive, grisutose con o senza polveri infiammabili;
- il D.Lgs. 233/03 che recepisce la Direttiva 1999/92/CE sulle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive e che introduceva nel D.Lgs. 626/94 il Titolo VIII-bis "Protezione da atmosfere esplosive";
- la norma UNI EN 1127-1 "Prevenzione dell'esplosione e protezione contro l'esplosione. Concetti fondamentali e metodologia";

- la norma UNI EN 1127-2 “Prevenzione dell’esplosione e protezione contro l’esplosione. Concetti fondamentali e metodologia per attività in miniera”;
- il D.Lgs. 81/08 che ha abrogato il D.Lgs. 626/94 riproponendone i contenuti relativi alle miscele esplosive al Titolo XI, Capo I.

La direttiva 1999/92/CE, per la prevenzione e la protezione dall’esplosione in ambiente industriale, non è rivolta ai lavori in sotterraneo ove è presente o si prevede che possa venire a determinarsi un’atmosfera esplosiva, ma il legislatore italiano l’ha recepita (D.Lgs. 233/03) estendendo il campo di applicazione a tale fattispecie. L’estensione, ripresa successivamente dal D.Lgs. 81/08, ha portato all’abrogazione del Capo X del D.P.R. 320/56.

L’inadeguatezza del Capo X del D.P.R. 320/56, rispetto al progresso dello stato delle conoscenze, degli approcci metodologici alla ricerca ed alla caratterizzazione di formazioni metanifere, delle soluzioni progettuali e realizzative dell’ingegneria degli scavi sotterranei, ha dato origine alle prime due versioni delle Note Interregionali dedicate agli standard di sicurezza per lo scavo di gallerie in terreni grisutosi.

Tali Note (sinteticamente indicate come Grisù 1^a e 2^a edizione) hanno fornito, fino a tutto il 2004, gli strumenti tecnico scientifici indispensabili per classificare le gallerie o i tratti di galleria grisutosi e per definire i provvedimenti di sicurezza sul lavoro che si devono conseguentemente adottare.

La successiva evoluzione della normativa (D.Lgs. 233/03) ha dato origine a modalità di definizione del rischio, proprie degli impianti industriali di superficie, non applicabili a lavori di scavo in sotterraneo. Le due Regioni Emilia-Romagna e Toscana hanno, conseguentemente, redatto e diffuso nel gennaio del 2005, la Nota Interregionale “Grisù 3^a edizione” con la quale si è superata l’inapplicabilità del suddetto Decreto Legislativo. La validità di questa Nota rimane invariata anche dopo l’emanazione del D.Lgs. 81/08.

Le tre edizioni delle Note Interregionali sono, di fatto, linee guida di sicurezza e rappresentano un efficace approccio alla tutela delle maestranze in un ambiente del tutto particolare, quale è il cantiere di scavi sotterranei.

Il sistema di classificazione tecnica del sotterraneo, introdotto dalle Note Grisù, rappresenta (con riferimento alle dimensioni del cantiere sotterraneo, al metodo, alla tecnica ed all’organizzazione dello scavo) il livello di problemi, legati alla presumibile presenza di miscele metano – aria ed al potenziale innesco della loro esplosione, in tratti di galleria realizzati con tecnica tradizionale, a piena sezione e grande diametro.

Il sistema di classificazione non si limita “sic et simpliciter” a definire la presenza o meno di metano nelle Formazioni Geologiche attraversate dallo scavo (una tale classifica avrebbe un limitato senso tecnico) ma considera un mix di parametri, di elementi di giudizio, di fattori tecnici relativi alla realizzazione dello scavo, costituito essenzialmente (ma non solo) da:

- potenziali sorgenti di immissione del metano nel cantiere (trappole strutturali, fratture, contenuto diffuso di metano nei pori della roccia o del terreno, ecc.);
- presunta capacità volumetrica del potenziale serbatoio;

- meccanismi e caratteristiche fisiche del flusso (previsioni riguardanti pressione e portata, qualora il serbatoio sia intercettato o venga messo comunque in connessione idraulica con la galleria in costruzione);
- dimensione del cantiere e sue caratteristiche tecniche (sezione della galleria, ingombri, distanza del rivestimento definitivo dal fronte, sistema di impermeabilizzazione, ecc.);
- metodo di scavo (piena sezione, sezione parzializzata);
- tecnica di scavo (meccanizzata o tradizionale);
- tipologia e ubicazione delle potenziali sorgenti di innesco dell'esplosione.

Pertanto, come già scritto nei precedenti capoversi, le tre edizioni delle Note Interregionali sono applicabili solo a gallerie realizzate con tecnica tradizionale, a piena sezione e grande diametro. Per opere con sezioni medio – piccole o realizzate con sezione parzializzata e tecnica di scavo tradizionale oppure a piena sezione con TBM, occorre ridefinire i criteri di classificazione e le procedure associate agli indici di classifica.

Ad oggi, nelle due Regioni sono state scavate gallerie per una lunghezza complessiva di circa 150 km. Questa “prova sul campo”, che perdura da sedici anni, ha consentito di verificare l'alto livello di efficacia dell'approccio alla sicurezza introdotto dalle tre edizioni delle Note Grisù. Durante questi lavori, applicando questi standard, sono stati governati, con ampi margini di sicurezza, numerosi eventi sia previsti che inattesi.

1. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente NIR (“Grisù – TBM”) fornisce i principi su cui basare la classificazione e le associate soluzioni tecniche operative di sicurezza per i cantieri sotterranei di scavo meccanizzato realizzato con TBM – EPB in terreni potenzialmente grisutosi.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

D.P.R. n. 126 del 23/03/1998	“Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 94/9/CE in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva”
D.P.R. n°462 del 22/10/2001	“Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”
D.Lgs. n. 81 del 09/04/2008	“Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” e successive modifiche ed integrazioni

UNI EN 1127-2	“Atmosfere esplosive. Prevenzione dell’esplosione e protezione contro l’esplosione. Parte 2: Concetti fondamentali e metodologia per l’attività in miniera”
UNI EN 1834-2	“Motori alternativi a combustione interna. Requisiti di sicurezza per la progettazione e la costruzione di motori per l’utilizzo in atmosfere potenzialmente esplosive. Motori del gruppo I per l’utilizzo in lavori sotterranei in atmosfere grisoutose con o senza polveri infiammabili”
Norme CEI del Comitato 31 (CEI EN 60079)	

3. TERMINI, DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI

Nel seguito si adottano termini tecnici ed acronimi il cui significato è qui di seguito definito:

- a. **Addetto al Monitoraggio:** tecnico, funzionalmente dipendente dal Responsabile del Monitoraggio e non appartenente all’organizzazione aziendale, formato ed addestrato sull’esecuzione tecnicamente corretta di misure dello stato fisico dell’aria nei cantieri sotterranei per lo scavo con TBM, sui controlli e sul condizionamento della composizione dell’atmosfera in galleria modulando la ventilazione forzata. È capace di valutare il livello di pericolo di esplosione delle miscele aria – metano sulla base di un primo rapido esame dei tenori di gas misurati. È un esperto capace di verificare l’efficienza delle numerose soluzioni adottate, e quindi con una buona conoscenza nei settori informatico, gestione di sistemi di controllo, ecc. Realizza la gestione del rischio interagendo con il pilota nella cabina di controllo e mediante controlli eseguiti con strumentazione manuale;
- b. **Ammassi sospetti:** formazioni rocciose o terrigene che potenzialmente contengono metano (emettitori di gas) che potrebbe penetrare nella camera di scavo della TBM e nel retrostante cantiere sotterraneo (back up e galleria rivestita);
- c. **Anello:** componente del rivestimento definitivo della galleria, ottenuto affiancando (o bullonando) conci in calcestruzzo armato. Gli anelli sono congiunti l’uno all’altro tramite connettori plastici e con bulloni. Ogni anello è montato in modo che i giunti tra i conci non siano mai allineati con gli analoghi giunti degli anelli limitrofi. Tra un anello e l’altro sono presenti guarnizioni che hanno la funzione di impedire il passaggio di fluidi;
- d. **Apparecchio:** macchina, materiale, dispositivo fisso o mobile, organo di comando, strumentazione e sistema di rilevazione e di prevenzione che, da solo o combinato, è destinato alla produzione, al trasporto, al deposito, alla misurazione, alla regolazione, alla conversione di energia e al trattamento di materiale e che, per via delle potenziali sorgenti di innesco che è suo proprio, rischia di provocare una esplosione;
- e. **Assieme:** combinazione di due o più elementi di apparecchio;

- f. **Atmosfera esplosiva:** miscela aria – metano, in condizioni atmosferiche standard in cui, a seguito dell'innesco, si attiva la reazione di combustione in regime di deflagrazione o di detonazione;
- g. **Atmosfera potenzialmente esplosiva:** miscela aria – metano suscettibile di trasformarsi in atmosfera esplosiva a causa delle condizioni locali ed operative che possono portare a variazioni del tasso di metano in aria;
- h. **Back up:** sistema a più componenti in carpenteria metallica che trasla nel verso dell'avanzamento del fronte e che contiene tutti gli impianti ed i servizi necessari per la realizzazione dello scavo;
- i. **Camera di scavo:** settore dello scudo, a ridosso della testa fresante, che contiene il materiale frantumato (marino) per conseguire l'avanzamento. È isolabile idraulicamente in modo ermetico dal resto dello scudo grazie alla parete metallica di contenimento. Ai fini della presente NIR, durante la fase di scavo, la camera deve essere costantemente piena di marino fino al colmo e deve essere idraulicamente isolata dalla restante porzione dello scudo. La condizione di colmo deve essere sottoposta a controllo strumentale;
- j. **Camera iperbarica:** apparato che consente il raggiungimento ed il mantenimento di una pressione superiore a quella atmosferica al suo interno. La camera iperbarica, in condizione di sovrappressione al fronte, permette il transito tra la porzione anteriore (camera di scavo) e quella posteriore dello scudo attraverso la parete di contenimento e permette di ospitare personale che abbia la necessità di essere sottoposto ad un trattamento iperbarico di compressione o decompressione;
- k. **Campo di esplosione:** intervallo della concentrazione di metano in aria, compreso tra il limite inferiore ed il limite superiore di esplosività della miscela;
- l. **Classe:** indice di classifica, attribuito a volumi del cantiere sotterraneo, omogenei in relazione alla potenziale presenza o penetrazione ed accumulo di metano nei suddetti volumi ed alla possibilità che si determinino processi di deflagrazione o di detonazione;
- m. **Coclea:** vite senza fine, collocata all'interno di un tubo metallico ad essa aderente ed ermeticamente solidale alla parete di contenimento. La coclea, durante l'avanzamento, evacua con continuità il frantumato dalla base della camera di frantumazione e lo versa, tramite un sistema di scarico, sul nastro macchina. Ai fini della presente NIR il giunto tra parete di contenimento e tubo della coclea, così come il tubo stesso, devono essere a tenuta ermetica per impedire l'immissione di gas nella TBM. La condizione di colmo nel tubo – coclea deve essere controllabile strumentalmente;
- n. **Concio:** elemento prefabbricato di calcestruzzo costituente l'anello. I conci di un anello sono tra loro affiancati, spinati e/o bullonati. Tra un concio e l'altro sono presenti guarnizioni che hanno la funzione di impedire il passaggio di fluidi;
- o. **Condizione pericolosa 1:** condizione che corrisponde ad un'atmosfera esplosiva;

- p. **Condizione pericolosa 2:** condizione che corrisponde ad un'atmosfera potenzialmente esplosiva;
- q. **Controllo e manutenzione preventiva:** periodico accertamento della completa e corretta funzionalità del sistema ed esecuzione dei necessari interventi; la cadenza dei controlli deve essere adeguata a garantire costantemente l'efficienza del sistema;
- r. **Deflagrazione:** combustione subsonica che si propaga, per conduttività termica, dallo strato combusto incandescente della miscela all'adiacente strato "freddo" che non ha ancora reagito. La reazione è condizionata dalla continuità della miscela esplosiva tra uno strato e l'adiacente;
- s. **Detonazione:** combustione supersonica che si propaga da uno strato di miscela aria – metano a quello adiacente per trasferimento di pressione ad una velocità superiore a quella del suono. La reazione è condizionata dalla continuità della miscela esplosiva tra uno strato e l'adiacente;
- t. **EPB (Earth Pressure Balance):** TBM scudata che permette di sostenere il fronte di scavo con la pressione del marino derivante dall'avanzamento dello scavo;
- u. **Esplosione:** reazione rapida di ossidazione o decomposizione, che produce un aumento della temperatura, della pressione o di entrambe simultaneamente;
- v. **Flusso di grisù:** qualsiasi entità di gas metano proveniente da ammassi (vicini o lontani dal tracciato) che penetra nel sottterraneo;
- w. **Galleria:** opera in corso di realizzazione, compresa tra il fronte in avanzamento e l'imbocco;
- x. **Gas:** nella presente NIR si fa riferimento unicamente al gas metano. I termini gas, metano, grisù, CH₄ sono utilizzati in modo indifferenziato in quanto considerati sinonimi;
- y. **Grisù:** gas metano contenuto nelle formazioni geologiche;
- z. **Grado di sicurezza e grado di sicurezza equivalente** (art. 1.1.03b Norma CEI 64-2 fasc. 2960C): il grado di sicurezza di un singolo apprestamento di difesa (barriera) indica il suo livello di efficacia contro il manifestarsi di un evento non voluto. Il grado di sicurezza equivalente di più barriere in serie, tra loro indipendenti rispetto a cause comuni di inefficienza, indica il livello di efficacia contro il manifestarsi dell'evento non voluto ed è pari alla somma dei gradi di sicurezza delle singole barriere;
- aa. **HydroShield:** TBM scudata che rimuove e trasporta il marino idraulicamente mediante un circuito di tubazioni ed un sistema di pompe;
- bb. **Ispezione:** accertamento che comprende l'esame a vista e l'eventuale esecuzione di prove;
- cc. **Lavaggio (bonifica):** intervento volto ad eliminare o ridurre la presenza di grisù con l'impiego di aria proveniente dall'atmosfera esterna alla galleria (aria pura) che diluisce la concentrazione del gas in aria;

- dd. **Limiti di esplosione:** limiti del campo di esplosione della miscela aria – metano;
- ee. **Limite inferiore di esplosività (LEL):** limite inferiore del campo di esplosione della miscela aria – metano;
- ff. **Limite superiore di esplosività (UEL):** limite superiore del campo di esplosione della miscela aria - metano;
- gg. **Manutenzione per guasto:** insieme di operazioni messe in atto a seguito del rilevamento di un guasto ed eseguite al fine di ripristinare la corretta funzionalità del sistema.
- hh. **Marino:** roccia o terreno disgregato dalla testa fresante;
- ii. **Nastro macchina:** nastro trasportatore associato alla TBM che riceve il marino dalla coclea e lo conferisce al sistema che lo trasporta fuori dalla galleria. La sezione iniziale del nastro (punto di scarico della coclea) è prossima alla coda dello scudo;
- jj. **Parete di contenimento:** struttura metallica, saldata allo scudo, parallela alla testa di taglio, che divide in due porzioni lo scudo. Durante la fase di scavo la parete separa ermeticamente la precamera e la camera di frantumazione dal resto dello scudo. È corredata di portelloni a chiusura ermetica attraverso i quali gli uomini e le attrezzature possono attraversarla per raggiungere la testa fresante ed eseguire manutenzioni e controlli in arresto dello scavo;
- kk. **Pistoni di spinta:** pistoni alloggiati nello scudo che permettono l'avanzamento del sistema composto dalla testa di taglio, dallo scudo e dal back-up (TBM) spingendo sull'ultimo anello messo in opera;
- ll. **Precamera:** è il volume compreso tra la parete di contenimento e la paratia che delimita insieme con la testa di taglio la camera di frantumazione;
- mm. **Procedura “Gas free”:** procedura posta in capo al Responsabile del Monitoraggio che permette di autorizzare l'impiego di attrezzature comprendenti sorgenti di calore o che sviluppano temperature pericolose e/o che producono fiamme e/o scintille. L'autorizzazione è basata sulla preventiva verifica dell'assenza di miscela aria – metano e di azioni che possano generare flussi di metano verso il volume interessato dai lavori. La procedura “Gas Free” si concretizza con l'emissione di un documento a firma del Responsabile del Monitoraggio consegnato al Preposto ai lavori;
- nn. **Protezione contro le esplosioni delle miscele aria – grisù:** attrezzature, dispositivi, procedure destinate alla prevenzione dell'esplosione e alla protezione dall'esplosione in galleria;
- oo. **Responsabile del Monitoraggio gas:** laureato, preferibilmente in discipline ingegneristiche, iscritto all'Albo professionale, non appartenente all'organizzazione aziendale. Ha esperienza documentata nella progettazione e realizzazione di misure e controlli della composizione e dello stato fisico dell'atmosfera in ambienti e configurazioni cantieristiche complesse, quali il sistema scudo – back up di una TBM scudata, e nelle misure di emissioni di gas in gallerie rivestite con anelli di conci in

calcestruzzo giuntati. È esperto nella progettazione, realizzazione e controllo di circuiti di ventilazione principale e secondaria negli scavi con TBM scudate. Conosce in dettaglio i principi costruttivi e le caratteristiche degli elementi costitutivi delle TBM scudate e del loro assemblaggio, con specifico riferimento all'attività di monitoraggio gas ed alla circolazione d'aria della ventilazione forzata. Sa individuare i punti ed i meccanismi di potenziale ingresso e di accumulo del gas nello scudo e nel back up. Sa scegliere l'impianto ed il layout, del monitoraggio strumentale dell'atmosfera, più efficiente in relazione alla specifica TBM ed alle caratteristiche dell'ammasso sospetto. Ha esperienza nell'elaborazione ed interpretazione dei risultati delle misure. Il Responsabile determina la posizione dei punti di misura del gas, coordina le rilevazioni di grisù, sovrintende ai sistemi di monitoraggio ed alla loro manutenzione, analizza, elabora ed interpreta i valori misurati, sovrintende al circuito di ventilazione e definisce le quantità d'aria necessarie per la diluizione del gas, collabora con la direzione di cantiere nelle "situazioni di crisi". Verifica ed integra, per i singoli casi specifici, la formazione e l'addestramento degli Addetti al Monitoraggio;

- pp. **Rivestimento definitivo:** rivestimento realizzato dalla TBM combinando tra loro i conci di calcestruzzo fino a formare e ad affiancare l'uno all'altro gli anelli. È pervaso da giunti longitudinali (tra conci) e trasversali (tra anelli) muniti di guarnizioni. Per ridurre le deformazioni nel terreno circostante la galleria, nell'intercapedine tra l'estradosso degli anelli e la parete di scavo, è iniettata a pressione una malta cementizia. La distribuzione della malta nell'intercapedine è casuale e disomogenea. La malta può contribuire, insieme alle guarnizioni nei giunti, a limitare il passaggio di metano tra i giunti del rivestimento definitivo. Ai fini della presente NIR l'efficienza delle guarnizioni e la continuità della malta devono essere sottoposte a continui controlli;
- qq. **Saracinesche:** chiusure a tenuta degli imbocchi di monte e di valle della coclea che interrompono il flusso di marino dalla camera di scavo e verso il nastro macchina. Ai fini della presente NIR, la saracinesca a monte è quella installata nella sezione di ingresso del materiale nella coclea e la saracinesca a valle è quella installata nella sezione di scarico;
- rr. **Scudo:** cilindro o tronco cono metallico, posto a ridosso della testa fresante, privo delle due superfici di base. È il sostegno attivo, a ridosso del fronte, della calotta, della base e dei fianchi del tunnel e, con la pressione esercitata dal sistema testa – camera di scavo, sostiene il fronte. È suddiviso in due porzioni dalla parete di contenimento. Lo scudo contiene, oltre alla camera, gran parte della coclea, il corpo motore che fornisce il movimento alla testa, il sistema che aziona i cilindri di spinta, il sistema di spazzole (talvolta corredato anche da spatole) assemblato lungo la circonferenza della porzione terminale dello scudo. Il diametro dello scudo è leggermente inferiore a quello della testa fresante. Ai fini di questa NIR, lo scudo deve essere costituito da un unico cilindro per impedire che sia attraversabile dai fluidi presenti nel massiccio. Se per motivi legati alla convergenza dello scavo si impone che la sezione dello scudo al fronte sia maggiore di quella in coda si deve adottare, per lo scudo, una forma tronco – conica priva di discontinuità o giunti. In altri termini, non sono adottabili scudi articolati;
- ss. **Serbatoio di grisù:** porzione di ammasso permeabile, contenente grisù nei sistemi di fratture e/o nei pori, chiusa idraulicamente, in alto e lateralmente, da porzioni di ammasso con permeabilità limitata o impermeabili;

- tt. **Sistema di spazzole e spatole metalliche:** circonferenze di più spazzole metalliche affiancate l'una all'altra senza soluzione di continuità in modo tale da coprire con continuità il perimetro del tratto terminale di scudo (coda dello scudo). Possono essere presenti anche le spatole che sono disposte lungo l'ultima circonferenza (coda) dello scudo. Tra due circonferenze di spatole viene iniettato con continuità grasso ad alta densità. Il sistema di spatole, spazzole e grasso è progettato per impedire la penetrazione della malta nello scudo. Di fatto si tratta di una guarnizione solidale allo scudo che presidia, strisciando sugli anelli, la discontinuità fra la coda dello scudo e gli ultimi anelli in calcestruzzo messi in opera. Ai fini della presente NIR il progetto costruttivo della TBM deve mirare ad un sistema che impedisca anche il flusso di fluidi verso l'ambiente all'interno dello scudo;
- uu. **Situazione di crisi:** situazione determinata da irruzioni di grisù con concentrazioni che raggiungono i valori limite prescritti dalla presente NIR per interventi di sicurezza, quali la sospensione temporanea dei lavori o l'evacuazione del cantiere;
- vv. **Smarino:** allontanamento del marino dalla camera di scavo tramite coclea;
- ww. **TBM (Tunnel Boring Machine):** sistema che assembla impianti, macchine ed elementi strutturali e permette la totale meccanizzazione dello scavo delle gallerie, realizzando in parallelo tutte le fasi elementari (scavo, sostegno di prima fase, smarino, trasporto del marino, rivestimento definitivo). Ai fini della presente NIR, lo scavo meccanizzato, che si presume possa incontrare ammassi sospetti, anche per tratti di galleria di lunghezza limitata, può essere realizzato solo con TBM scudate (EPB o HydroShield), impermeabili al flusso di fluidi (liquidi e gassosi) presenti negli ammassi sospetti. Il rivestimento definitivo deve essere impermeabile al gas;
- xx. **Tecnico Specialista:** laureato in discipline ingegneristiche o geologiche iscritto al relativo Albo professionale. Possiede esperienza documentata nella caratterizzazione geometrica, fisica ed idraulica delle trappole e dei serbatoi d'idrocarburi, contenuti negli ammassi sospetti, sulla base dei risultati delle indagini preliminari in fase di progetto, dei dati del monitoraggio strumentale e manuale durante lo scavo con una TBM scudata e dei risultati delle indagini, da lui richieste e progettate, eseguite dall'interno della TBM. Possiede consolidata esperienza per valutare tratto per tratto, preliminarmente allo scavo, le possibilità che gli ammassi liberino grisù nella camera di frantumazione e nel cantiere sotterraneo attraversando il rivestimento definitivo ed il sistema di spazzole e grasso;
- yy. **Temperatura di accensione:** la temperatura minima di una superficie calda, determinata con specifiche condizioni di prova, in corrispondenza della quale si innesca l'accensione dell'atmosfera esplosiva;
- zz. **Testa di taglio o testa fresante:** piastra rotante, a contatto con il fronte, sulla quale sono montati i taglienti che frantumano il terreno e lo movimentano verso la camera di scavo. La piastra è discontinua per la presenza di numerose aperture da cui passa il frantumato ed ha diametro leggermente più grande dello scudo su cui è montata;
- aaa. **Trappola di grisù:** contesto geologico strutturale con caratteristiche morfologiche ed idrauliche idonee a determinare l'accumulo di gas nei serbatoi di grisù;

- bbb. **Volume:** porzione di TBM o della galleria che è omogenea rispetto alle possibilità di:
- presenza di miscela esplosiva aria – metano;
 - inneschi;
 - miscela esplosiva ed inneschi.

4. VALUTAZIONE DELLA PRESENZA DI GRISÙ NEL CONTESTO GEOLOGICO

La possibilità di incontrare ammassi sospetti o di rendere attivi, con lo scavo meccanizzato a piena sezione, flussi di gas verso la galleria in costruzione deve essere valutata dal Tecnico Specialista in tutte le fasi progettuali e durante la realizzazione dell'opera.

Se nella fase di progetto di uno scavo meccanizzato a piena sezione, il Tecnico Specialista ritiene che la sua realizzazione possa interessare ammassi sospetti, si deve ricorrere, in alternativa alla possibilità di realizzare una TBM scudata del gruppo I e categoria M2, ad una TBM scudata (EPB o Hydroshield) che soddisfi le indicazioni di questa Nota Interregionale e nel rispetto delle procedure di sicurezza di seguito definite.

Le valutazioni che il Tecnico Specialista esprime in sede di progetto devono essere da lui costantemente verificate in corso d'opera al fine di adeguare, sulla base dei dati di campo, la conduzione della TBM alle previsioni sui potenziali flussi di grisù.

Le valutazioni di cui ai precedenti capoversi devono essere formalizzate con Relazione tecnica che, quanto meno, deve:

- a. essere esplicitamente basata su dati oggettivi riferiti al tracciato ed ottenuti dai risultati di specifiche indagini sul gas espletate in fase di progetto;
- b. considerare la mutua dipendenza tra permeabilità e stato di sollecitazione nel massiccio roccioso o terrigeno da scavare;
- c. tenere conto delle caratteristiche tecnologiche e costruttive della TBM che possono incidere sugli afflussi di metano;
- d. contenere indicazioni sulle caratteristiche geometriche, fisiche ed idrauliche delle trappole e dei serbatoi d'idrocarburi contenuti negli ammassi sospetti che si ritiene potranno essere interessate dallo scavo;
- e. stimare in via preliminare, per ogni tratto indiziato, le modalità attese di emissioni del gas;
- f. contenere in allegato la documentazione tecnica e scientifica utilizzata per le valutazioni;
- g. indicare le modalità, la strumentazione, la periodicità delle verifiche che il Tecnico Specialista ritiene debbano essere eseguite in corso d'opera e nelle situazioni in cui il gas è presente nel marino (sondaggi in avanzamento, monitoraggi, ecc.).

5. ELEMENTI PER LA CLASSIFICAZIONE DELLO SCAVO CON FRESA TBM-EPB

La classificazione tecnica del sotterraneo definisce il livello di complessità dei problemi associati alla presenza di miscela metano – aria ed alla possibilità di innescare la sua esplosione. Per ciascuna delle classi fornisce le procedure per minimizzare i rischi associati e derivanti dai suddetti problemi a favore della sicurezza, considerando la

dimensione, il metodo, la tecnica, l'organizzazione dello scavo e l'architettura del cantiere sotterraneo.

Per lo scavo meccanizzato a piena sezione con TBM-EPB la classificazione tecnica è condizionata dall'impossibilità di:

- a. esaminare il fronte e le pareti ottenute con l'avanzamento e, quindi, fare valutazioni basate sull'osservazione diretta di emissioni dalle pareti e dal fronte, di flussi dai fori di consolidamento in avanzamento e di effervescenze;
- b. realizzare esaustive ed intense campagne di sondaggi esplorativi, da porre in essere in avanzamento via via che si scava, per la preventiva collocazione spaziale e per la definizione dei serbatoi di gas sia concentrati sia diffusi (quali quelli presenti nelle formazioni caotiche e rappresentati da volumi lapidei fratturati immersi in terreni poco permeabili) in termini di condizioni fisiche in cui si trova il gas in essi contenuto;
- c. eseguire misure continue e dirette di tenore di gas a boccaforo e all'interno dei sondaggi esplorativi. Questi controlli, nella TBM, non possono che essere saltuari ed in un numero di fori estremamente ridotto.

La classificazione deve considerare anche che, nello scudo e nel back-up, potrebbe non essere tecnicamente possibile neutralizzare alcune delle potenziali sorgenti di innesco (ad esempio quelle frizionali) e, in altri casi, potrebbe essere necessario, per le macchine e le attrezzature, fare un'analisi tecnica dettagliata per definire l'esistenza o meno di potenziali inneschi e le loro caratteristiche.

La classificazione deve considerare che:

- d. ove risulti, in base ai punti sopra esposti, la possibile presenza di gas anche in una sola tratta, l'intero tracciato deve essere considerato grisuto e la classificazione dei volumi del cantiere sotterraneo è immutabile e prescinde dalla presenza o meno di gas nei diversi tratti da scavare;
- e. l'assoluta certezza di assenza di gas in un determinato tratto di galleria condiziona unicamente la conduzione dello scavo ma non incide su:
 - l'indice di classifica;
 - gli apprestamenti;
 - le procedure;
 - i programmi di monitoraggio manuale;
 - il layout del monitoraggio strumentale;
- f. il metano intrappolato nel serbatoio geologico – strutturale ha un tenore prossimo al 100 %. Se è presente in prossimità dell'avanzamento, fluisce insieme con il marino nella camera di scavo;
- g. nella camera di scavo l'utilizzazione di schiume con aria può generare miscele aria – metano con una composizione che potrebbe ricadere nel campo di esplosività (5 – 15 % di metano in aria);
- h. nella camera di scavo colma di marino, il gas (o la miscela metano – aria) è disperso nei pori del mucchio ed eventualmente è contenuto anche nei pori dei clasti; quando la camera è parzialmente piena di marino, il gas (o la miscela) si libera dal mucchio e si colloca nella sua porzione sommitale in cui è assente il marino;
- i. se la coclea è colma di marino, il gas (o la miscela metano – aria) è disperso nei pori del mucchio trasportato ed eventualmente è contenuto anche nei pori dei clasti; se la coclea non è totalmente colma, il gas (o la miscela) si libera dal mucchio e si colloca nella parte sommitale del tubo che contiene la coclea;

- j. l'intrappolamento della miscela esplosiva nei pori del marino inibisce il processo di esplosione (deflagrazione o detonazione) perché impedisce la continuità tra gli strati elementari di miscela che è il presupposto per la propagazione della reazione¹;
- k. durante lo scarico del marino sul nastro macchina il gas (o la miscela) si libera nell'atmosfera della TBM, in prossimità del limite che separa lo scudo dal back-up, e si diffonde secondo modalità complesse nel sottterraneo;
- l. il metano può fluire nel sottterraneo dallo scarico della coclea sul nastro macchina ed anche superando la barriera costituita da:
 - il sistema di spazzole e spatole metalliche;
 - le guarnizioni tra i conci e tra gli anelli,
 - i sistemi di paratie e di tenuta quali, ad esempio, i giunti e le guarnizioni delle paratie (di divisione della camera di scavo e della precamera), le guarnizioni delle porte, del vano passaggio degli oggetti e delle attrezzature, dei motori e del sistema di sensori.

6. CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLA FRESA

Poiché, come già detto, allo stato attuale delle conoscenze non è tecnicamente possibile neutralizzare, nello scudo e nel back-up, tutte le potenziali sorgenti di innesco, è indispensabile che la fresa sia progettata in modo tale da soddisfare il principio secondo cui in ciascuno dei volumi che compongono il sistema "scudo – backup – galleria rivestita" non possano coesistere nello spazio e nel tempo miscele esplosive e potenziali sorgenti di innesco. Queste ultime devono essere individuate e caratterizzate a seguito di un'analisi tecnica dettagliata delle macchine, delle attrezzature e delle lavorazioni. Nei volumi in cui sono presenti potenziali sorgenti di innesco, che non è tecnicamente possibile rendere antideflagranti, si devono realizzare soluzioni che impediscano la presenza di gas e si devono prevedere sistemi di controllo che ne individuino tempestivamente la presenza e che verifichino in continuo l'efficienza delle soluzioni adottate.

Occorre, quindi che la TBM sia dotata di soluzioni in grado di:

- a. garantire l'efficienza del sistema di spazzole e spatole metalliche, delle guarnizioni tra i giunti e di tutti i sistemi di guarnizioni, giunti e sistemi di separazione e contenimento;
- b. impedire che il gas associato al marino si liberi nel Volume 2 definito nel capitolo successivo.

In particolare, la soluzione tecnologica di confinamento del gas (precedente punto b) deve:

- essere continua con la coclea;
- essere, così come il giunto che la collega alla coclea, impermeabile al gas;
- trasportare il gas confinato almeno al di fuori del back up e conferirlo alla retrostante galleria rivestita;
- diluire con aria le concentrazioni di gas fino ad abbattere, il suo tenore nella miscela, ai livelli indicati nella presente NIR;

¹ La conduzione dello scavo deve assicurare che la curva granulometrica minimizzi la porosità del marino (ad esempio legge di Fuller) ed il condizionamento assicuri una elevata fluidità.

- essere tale da impedire inneschi di natura meccanica e/o elettrica, compresi quelli prodotti da urti tra elementi di roccia;
- essere concepita in modo tale da garantire la sua manutenzione impedendo l'immissione del gas nello scudo e nel back up.

Se si adotta a valle della coclea un nastro trasportatore questo deve essere a sicurezza contro il pericolo di esplosione, così come qualsiasi altra soluzione di trasporto si voglia adottare.

I principi di realizzazione della fresa possono essere ricondotti a:

- netta separazione idraulica delle parti della fresa, in cui è presente un'atmosfera potenzialmente esplosiva dalle altre per salvaguardare il personale e, nello stesso tempo, poter utilizzare impiantistica elettrica ordinaria;
- allarme/evacuazione della fresa al superamento di una delle concentrazioni di allarme o per avaria o guasto di una delle soluzioni tecniche adottate;
- prevedere unicamente il funzionamento degli apparecchi elettrici idonei ad operare in atmosfera potenzialmente esplosiva nella condizione pericolosa 2.

7. INDIVIDUAZIONE DEI VOLUMI

Si possono distinguere i seguenti volumi nel sotterraneo, ciascuno omogeneo rispetto alla possibilità di presenza contemporanea di gas e/o di inneschi della miscela aria – metano:

- **Volume 1:** camera di scavo e coclea durante la fase di avanzamento;
- **Volume 1M:** camera di scavo durante le manutenzioni;
- **Volume 2:** scudo e back up a tergo della camera di scavo;
- **Volume 2M:** scudo e back up a tergo della camera di scavo durante le manutenzioni della coclea ed il decadimento delle compartimentazioni;
- **Volume 2P:** scudo e back up a tergo della camera di scavo durante le perforazioni;
- **Volume 3:** sistema di trasporto marino interno fresa durante la fase di avanzamento;
- **Volume 3M:** sistema di trasporto marino durante la fase di manutenzione;
- **Volume 4:** galleria, rivestita con anelli, a tergo del back up.

I Volumi 1, 2, 3 e 4 sono schematicamente rappresentati nella Fig. 1.

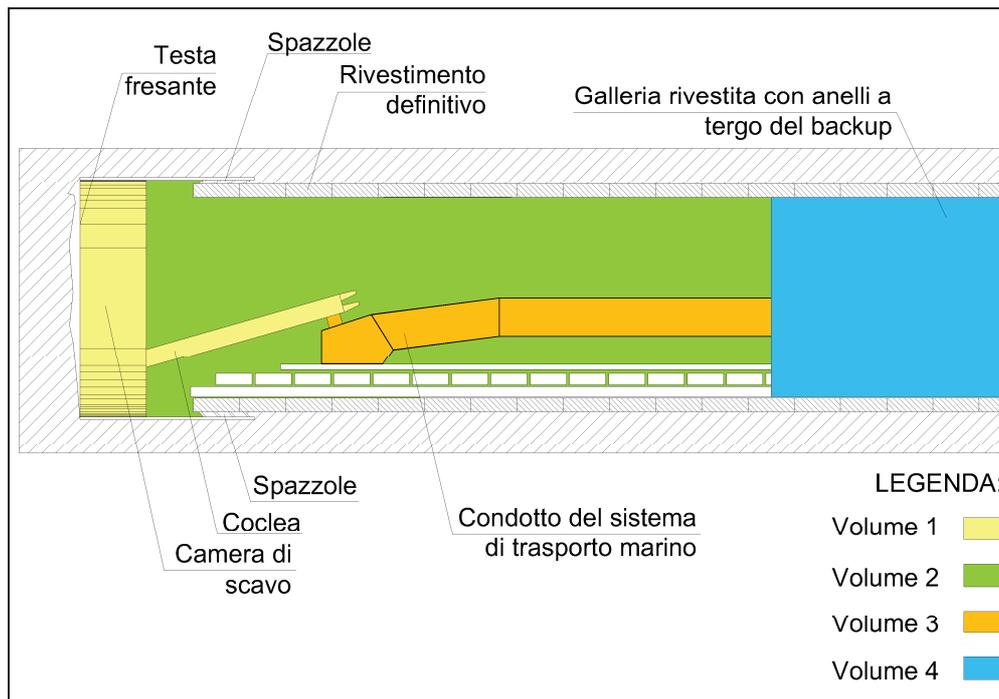


Fig. 1

In maniera sintetica:

- i Volumi 1, 2, 3 e 4 corrispondono a diverse zone del complesso fresa – galleria;
- i volumi 1 M, 2 M, 3 M corrispondono ai rispettivi volumi 1, 2 e 3 durante le fasi di manutenzione;
- il volume 2 P corrisponde al volume 2 durante la fase di perforazione.

VOLUME 1

Camera di scavo e coclea durante la fase di avanzamento

Il Volume 1 è schematicamente rappresentato nella Fig. 2.

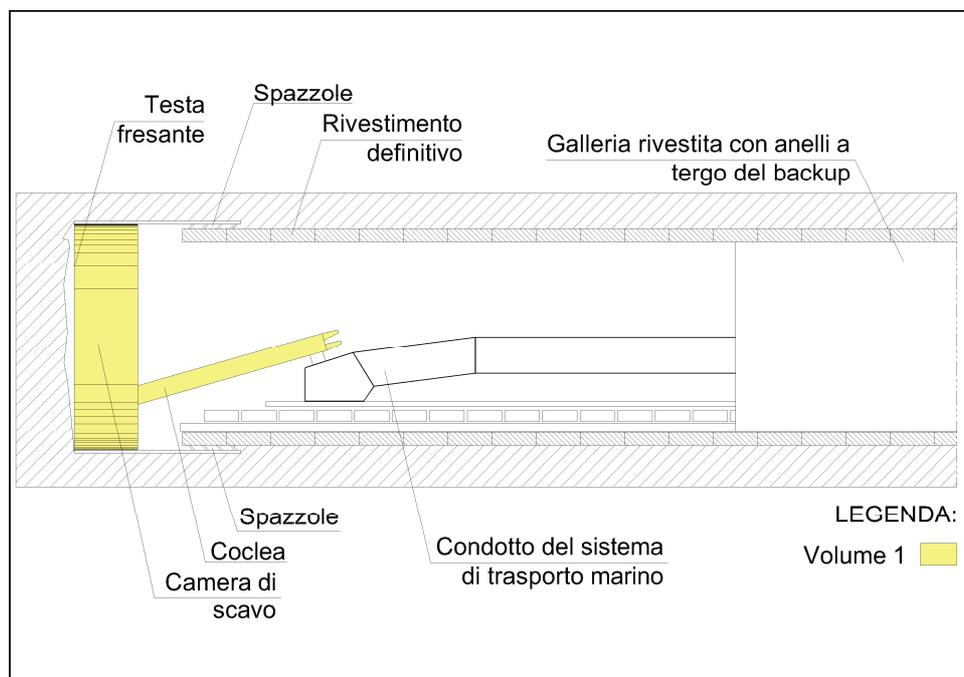


Fig. 2

- *Il Volume 1 è caratterizzato da assenza di manodopera, potenziale presenza di inneschi e di miscela esplosiva.*

Il metano ceduto dall'ammasso con tenore prossimo al 100 %, penetra nella camera e nel tubo della coclea insieme con il marino, intrappolato nei pori del marino ed in quelli dei singoli clasti. I tenori di gas possono ridursi, se si utilizzano schiume o per filtrazioni di aria, fino a raggiungere percentuali comprese tra il 5 % ed il 15 %. Tali percentuali sono ammesse in questo Volume purché la camera e la coclea siano costantemente colme di marino e la pezzatura del marino non sia tale da determinare cavità significative, tra clasto e clasto, ai fini di un possibile innesco.

Finché il gas rimane intrappolato nei pori del mucchio (marino) e questi hanno dimensioni sufficientemente ridotte, è inibita la propagazione dell'esplosione, per motivi legati alla fisica della deflagrazione o della detonazione, nonostante siano presenti potenziali inneschi nella camera e nella coclea (urti di utensili di taglio contro la roccia, attrito tra vite senza fine – coclea – e pareti del tubo, attrito roccia metallo nella camera di frantumazione e nel tubo della coclea, ecc.).

In questo Volume possono essere presenti miscele esplosive e potenziali inneschi, ma se il Volume (camera e coclea) è completamente pieno di marino e la curva granulometrica è tale da rendere minima la porosità in mucchio, è inibita la propagazione dell'esplosione.

Il Volume è un tutt'uno con il massiccio. Il sistema, camera – coclea, trasferisce il metano inglobato nel marino dalla camera al trasportatore primario (nastro macchina o altra soluzione) dove si libera dal mucchio (Volume 3).

VOLUME 1M

Camera di scavo durante le manutenzioni

- *Il Volume 1 M è caratterizzato da presenza di manodopera, di potenziale coesistenza di inneschi e miscela esplosiva.*

Per effettuare manutenzioni nel Volume 1, la camera di scavo deve essere inevitabilmente parzialmente svuotata. In questo Volume sono presenti potenziali inneschi di varia natura. Il personale può operare, quindi, solo se si impedisce la presenza di miscela esplosiva.

VOLUME 2

Scudo e back up a tergo della camera di scavo

Il Volume 2 è schematicamente rappresentato nella Fig. 3.

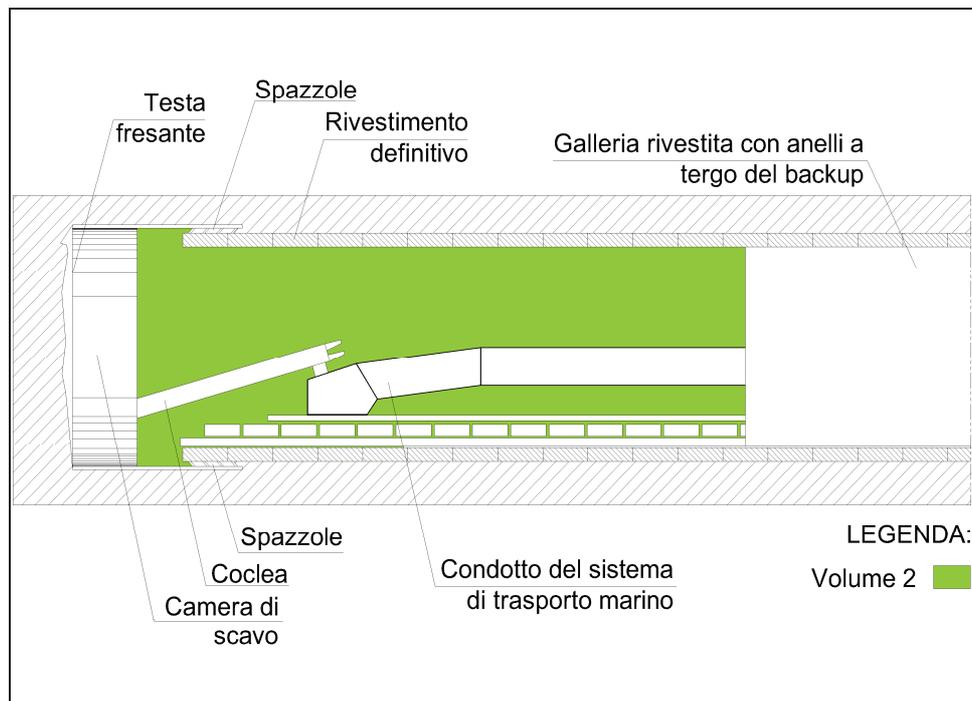


Fig. 3

- *Il Volume 2 è caratterizzato da presenza di manodopera, di potenziali inneschi e di assenza di gas in aria.*

Questo Volume è luogo di intensa lavorazione, sono presenti potenziali sorgenti di innesco di varia natura e potrebbero determinarsi flussi di gas per mancata efficienza del sistema spazzole-spatole, delle guarnizioni dei giunti del rivestimento definitivo, di uno dei sistemi di contenimento. Pertanto la presenza di gas deve essere impedita con l'adozione di adeguate ed efficienti soluzioni progettuali e predisponendo sistemi di controllo che la individuino tempestivamente.

VOLUME 2M**Scudo e back up a tergo della camera di scavo durante il decadimento delle compartimentazioni**

- *Il Volume 2M è caratterizzato da presenza di manodopera, di potenziale presenza di inneschi e miscela esplosiva.*

La manutenzione di elementi, macchine e impianti in questo volume può essere effettuata fermando l'avanzamento, segregando ermeticamente la coclea dalla camera e svuotando la coclea dal marino. Non è da escludere che, durante le fasi preliminari, nello scudo e nel back up, possa determinarsi la contemporanea presenza di miscela esplosiva e di inneschi di varia natura. Pertanto, prima e durante le operazioni di manutenzione, nel Volume 2M, occorre controllare la composizione dell'atmosfera e, nel caso sia rilevata la presenza di metano, bisogna eliminare ogni traccia di miscela esplosiva. Inoltre, finché viene a mancare la compartimentazione occorre che restino attive solo attrezzature, impianti, macchine quanto meno del gruppo 1 – Cat. M2.

VOLUME 2P**Scudo e back up a tergo della camera di scavo durante le perforazioni**

- *Il Volume 2 P è caratterizzato da presenza di manodopera, potenziale presenza di inneschi e di miscela esplosiva.*

La perforazione può essere effettuata solo dopo avere fermato l'avanzamento e sezionato gli impianti elettrici in assetto ordinario. La perforazione deve essere eseguita con attrezzatura idonea ad operare in atmosfera potenzialmente esplosiva.

Durante la fase di perforazione il Volume è luogo di lavorazione, sono neutralizzati potenziali inneschi di varia natura, ma è possibile la presenza di miscela esplosiva.

VOLUME 3

Tunnel nastro durante la fase di avanzamento

Il Volume 3 è schematicamente rappresentato nella Fig. 4.

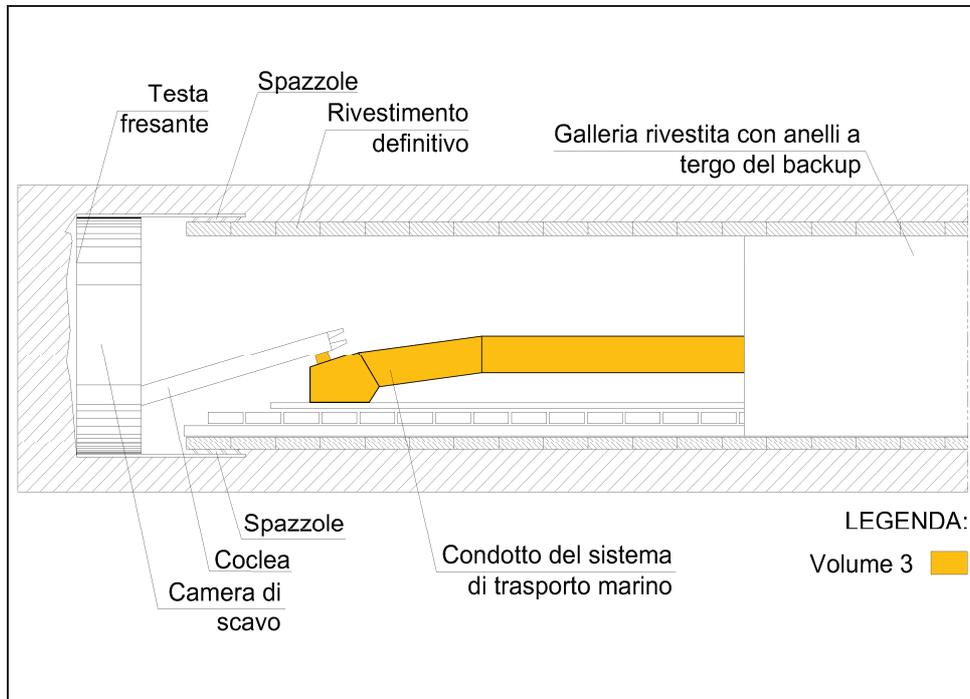


Fig. 4

- *Il Volume 3 è caratterizzato da assenza di manodopera, assenza di potenziali inneschi, possibile presenza di miscela esplosiva.*

È definito da un sistema di contenimento del nastro macchina che allontana il marino dalla coclea e lo conferisce al sistema di trasporto principale. Ai fini della presente NIR, questo Volume deve estendersi almeno fino alla sezione di coda del backup. Pertanto il suddetto sistema di contenimento deve essere realizzato in modo tale che la miscela gas – aria rimanga confinata all'interno del Volume stesso, dalla sezione iniziale fino a quella finale.

Durante l'avanzamento è vietato l'accesso di personale nel Volume 3. In quest'ultimo devono poter essere immesse notevoli quantità di aria proveniente dall'atmosfera esterna alla galleria (aria pura non contaminata da gas) ad esempio mediante un collegamento al tubo di ventilazione principale, con valvola di regolazione del flusso o con qualunque altra soluzione tecnologica sicura ed efficiente.

Il sistema di trasporto, l'illuminazione e gli eventuali ventilatori interni al Volume 3 devono essere a sicurezza contro il pericolo di esplosione. Poiché durante l'avanzamento della TBM è vietato l'accesso di personale nel Volume 3, poiché al suo interno è inibita ogni potenziale sorgente di innesco e poiché il Volume dispone di notevoli quantità d'aria pura, il tenore di metano in aria può raggiungere, durante l'avanzamento, valori superiori al 1 % ma comunque inferiori al 3 %.

In altri termini, le soluzioni impiantistiche adottate consentono che il tenore di metano nell'atmosfera del Volume 3 possa raggiungere, durante l'avanzamento, valori fino al 3 %.

VOLUME 3M

Tunnel nastro durante la fase di manutenzione

- Il Volume 3M è caratterizzato da presenza di manodopera, presenza di potenziali inneschi, assenza di miscela potenzialmente esplosiva.

L'accesso di personale all'interno di questo Volume è consentito solo per attività di manutenzione. La manutenzione può essere effettuata solo dopo avere fermato l'avanzamento, con camera e coclea colme di marino e con la separazione ermetica del Volume 3M dalla coclea e svuotamento del nastro. Pertanto, in questo Volume 3M, durante le manutenzioni gli operatori lavorano in assenza di emettitori di gas, in presenza di una notevole quantità di aria pura, la cui velocità deve rispettare i limiti che tutelano la salute dei lavoratori, ed in un Volume che è isolato da qualsiasi possibile ingresso di gas.

VOLUME 4

Galleria, rivestita con anelli, a tergo del back up

Il Volume 4 è schematicamente rappresentato nella Fig. 5.

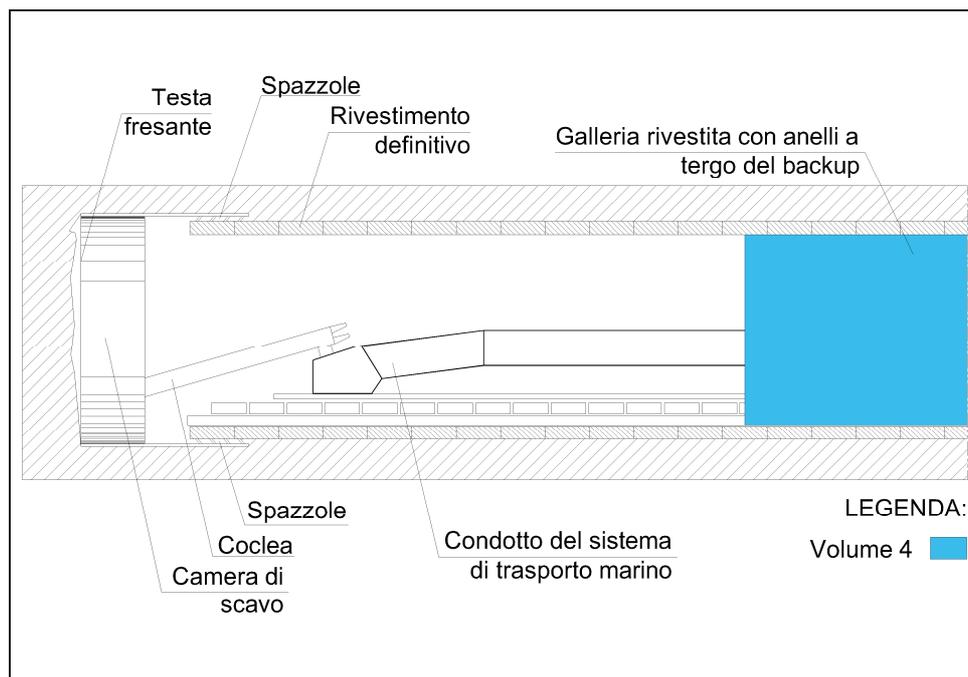


Fig. 5

- Il Volume 4 è caratterizzato da presenza di manodopera, assenza di potenziali inneschi (fatta eccezione per quelli frizionali) e possibile presenza di miscela metano – aria.

In questo Volume si riversa il gas contenuto nel Volume 3. La galleria ultimata è adibita al trasporto di materiale necessario per l'attività della TBM e al trasporto del marino. Ogni sorgente di innesco, fatti salvi possibili inneschi frizionali, è neutralizzata ed è ammessa la potenziale presenza di miscele metano – aria.

8. MISURE DI SICUREZZA CORRELATE AI SINGOLI VOLUMI

VOLUME 1

Camera di scavo e coclea durante la fase di avanzamento

- **Monitoraggio gas**

Il Responsabile del Monitoraggio deve:

- scegliere la dislocazione dei punti di misura dell'impianto di monitoraggio automatico. Tale impianto non è attivo durante lo scavo e con camera di scavo piena al colmo;
- eseguire controlli durante le fasi di fermata dell'avanzamento con la camera di scavo piena fino alla quota in cui sono dislocati i punti di misura;
- attivare la registrazione continua delle concentrazioni di grisù in aria;
- stabilire un programma di verifica e manutenzione dei sistemi di controllo.

- **Impianti, macchine attrezzature**

- presenza di dispositivi per il controllo della condizione di colmo della camera di scavo e del sistema tubo – coclea.

- **Ventilazione**

- la ventilazione della camera di scavo non è attiva.

VOLUME 1M

Camera di scavo durante le manutenzioni

Le seguenti misure di sicurezza relative alla camera di scavo durante le manutenzioni sono riferite a condizioni di pressione atmosferica.

Nel caso di lavorazioni eseguite in condizioni iperbariche, dovranno essere predisposte specifiche procedure a cura dell'azienda e in collaborazione con il Responsabile del Monitoraggio ed il Medico Specialista in Iperbarismo.

- **Monitoraggio gas**

Prima dell'inizio dell'attività di manutenzione, il Responsabile del Monitoraggio deve:

- accertare l'assenza di allarmi attivi in tutto il sotterraneo;
- accertare che sono sotto controllo eventuali valori superiori alla sensibilità strumentale ma inferiori alla prima soglia di allarme;
- seguire la fase di limitato svuotamento della camera di scavo che permette l'attivazione dei sensori di monitoraggio del gas;
- accertare che il monitoraggio automatico nella camera di scavo non registri presenza di gas al di sopra della sensibilità strumentale;
- seguire l'apertura dei portelloni per l'ingresso in camera di scavo;
- fare eseguire all'Addetto al Monitoraggio, misure e controlli sistematici durante le operazioni di manutenzione con strumentazione portatile idonea a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchio del gruppo I, categoria M2);

- redigere, per ogni turno di lavoro di manutenzione, un verbale recante, per ogni misura: l'ora, il luogo, le modalità ed i valori del tenore di gas;
- deve essere previsto all'interno della camera di scavo o nella precamera una ripetizione degli allarmi del sotterraneo ed un display che permetta di leggere i tenori di metano rilevati dai punti di misura interni alla camera.

- **Impianti, macchine e attrezzature**

- terminato lo svuotamento della camera di scavo fino alla quota necessaria per le lavorazioni si deve effettuare la chiusura della saracinesca a valle della coclea;
- la manutenzione si esegue a precamera² di scavo chiusa in modo tale che non siano comunicanti l'atmosfera della camera di scavo e quella dello scudo retrostante;
- la camera di scavo deve disporre di grandi quantità di aria pura;
- le attrezzature e gli impianti devono essere idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria – grisù (apparecchi del gruppo I, categoria M2);
- gli impianti e le attrezzature in dotazione alla camera iperbarica devono essere idonee a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva costituita dalla miscela aria – grisù (apparecchi del gruppo I, categoria M2).

- **Ventilazione**

- deve essere attivata la ventilazione della camera di scavo con aria derivata dal tubo di ventilazione principale, con valvola di regolazione del flusso, o mediante qualunque altra soluzione tecnologica sicura ed efficiente che faccia convergere all'interno del Volume aria pura proveniente dall'atmosfera esterna alla galleria;
- deve essere controllata con misure la distribuzione dell'aria di ventilazione all'interno della camera di scavo;
- deve essere disponibile aria compressa proveniente dall'atmosfera esterna alla galleria per lavaggi (bonifica);
- l'aria di riflusso deve essere convogliata nel Volume 3.

- **Utilizzazione di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o scintille**

Vige il principio della non contemporaneità delle lavorazioni con la presenza di miscele esplosive. Tali lavorazioni che utilizzano o producono sorgenti di innesco sono possibili solo se:

- autorizzate dal Responsabile del Monitoraggio (procedura "Gas Free");
- si utilizza strumentazione portatile per monitoraggio del gruppo I, categoria M2;
- durante i lavori l'Addetto al Monitoraggio controlla costantemente lo stato dell'aria in un significativo intorno della sorgente di innesco con strumentazione manuale.

² Durante la manutenzione la camera di scavo è continua con la precamera, la segregazione di questo Volume dal resto della macchina è assicurata dalla parete di contenimento.

VOLUME 2
Scudo e back up a tergo della camera di scavo

- **Monitoraggio gas**

Il Responsabile del Monitoraggio deve:

- scegliere la dislocazione dei punti di misura dell'impianto di monitoraggio automatico con registrazione continua delle concentrazioni di grisù in aria. L'impianto deve governare i sistemi di allarme associati alle concentrazioni limite di gas definite nel successivo capitolo 11;
- provvedere a integrare, tramite gli Addetti al Monitoraggio, il controllo automatico con misure sistematiche eseguite con strumentazione portatile idonea a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchio del gruppo I, categoria M2);
- redigere, per ogni turno di lavoro, un verbale recante: l'ora, il luogo e le modalità delle misure, i valori di tenore in gas;
- analizzare i valori del monitoraggio automatico e manuale. Tale analisi deve essere comunicata al Tecnico Specialista che verifica la congruenza tra le aspettative e le effettive manifestazioni di grisù. Se quest'ultimo lo ritiene opportuno fornisce al cantiere nuove indicazioni tecniche di sicurezza;
- stabilire un programma di verifica e manutenzione dei sistemi di controllo dell'esplosività dell'atmosfera secondo quanto indicato nel successivo capitolo 13.

- **Impianti, macchine attrezzature**

- possono essere ordinari, con esclusione degli impianti elettrici relativi ai servizi di sicurezza quali, ad esempio, il sistema di controllo di esplosività dell'atmosfera, l'illuminazione di sicurezza, l'impianto di comunicazione interno/esterno, che devono essere di tipo idoneo a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchi del gruppo I, categoria M2);
- i sensori di concentrazione gas devono governare il sistema di allarme e devono mettere fuori tensione automaticamente gli impianti elettrici ordinari. Sono pertanto esclusi dal sezionamento gli impianti elettrici relativi ai servizi di sicurezza;
- deve essere possibile mettere fuori tensione manualmente gli impianti ordinari e devono essere fermate le lavorazioni manuali;
- devono essere sezionati automaticamente al raggiungimento della concentrazione di grisù del 5% in volume gli impianti elettrici a sicurezza gruppo I, categoria M2.

- **Utilizzo di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o scintille**

Vige il principio della non contemporaneità delle lavorazioni con presenza di miscele esplosive.

Tali lavorazioni che utilizzano o producono sorgenti di innesco sono possibili solo se:

- il Responsabile del Monitoraggio, tramite l'Addetto al Monitoraggio, ha preventivamente verificato l'effettiva assenza di metano, nell'area di intervento e nelle zone limitrofe a ventilazione impedita o di possibile accumulo di miscela aria – metano (layering).

Nel caso di assenza di gas, il Responsabile del Monitoraggio consente l'inizio delle operazioni.

Se viene rilevata presenza di gas al di sopra della sensibilità strumentale, il Responsabile del Monitoraggio deve:

- individuare le cause che hanno prodotto la presenza di gas;
- valutare l'entità del fenomeno;
- individuare le possibili soluzioni atte a inibire il flusso di gas e far procedere alla bonifica.

VOLUME 2M

Scudo e back up a tergo della camera di scavo durante le manutenzioni dei sistemi di contenimento e separazione

- **Monitoraggio gas**

il Responsabile del Monitoraggio deve:

- verificare l'assenza di allarmi attivi in tutto il sotterraneo;
- far segregare la coclea dalla camera di scavo ed, eventualmente, dal tunnel nastro;
- integrare il monitoraggio automatico con controlli sistematici manuali eseguiti in prossimità dei punti di discontinuità dei sistemi di contenimento e separazione mediante rilevatori idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchio del gruppo I, categoria M2);
- redigere, per ogni turno di lavoro, un verbale recante: l'ora, il luogo delle misure, le modalità ed i valori di tenore di gas;
- al termine delle operazioni di manutenzione, prima del ripristino della tensione degli impianti elettrici ordinari, deve verificare l'assenza di gas in tutto il Volume 2 ed in particolare nelle zone a ventilazione impedita, insufficiente o di possibile accumulo di miscela aria – metano (layering).

- **Impianti, macchine attrezzature**

il Responsabile del Monitoraggio deve

- prima e durante le operazioni di manutenzione dei sistemi di contenimento e separazione monitorare l'atmosfera del Volume 2M
- seguire la manutenzione e tutte le operazioni preliminari e successive alla stessa, con particolare riferimento al sezionamento degli impianti elettrici ordinari contenuti nel Volume 2.

- **Ventilazione**

- deve essere disponibile aria pura proveniente dall'atmosfera esterna alla galleria per effettuare interventi di lavaggio (bonifica) nel Volume 2M.

- **Utilizzo di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o scintille**

- permesso previa autorizzazione del Responsabile del Monitoraggio (procedura "Gas Free").

VOLUME 2P**Scudo e back up a tergo della camera di scavo durante le perforazioni****• Monitoraggio gas**

Il Responsabile del Monitoraggio deve:

- accertare l'assenza di allarmi attivi in tutto il sotterraneo;
- integrare il monitoraggio automatico con controlli sistematici manuali eseguiti in prossimità dell'apertura del boccaforo alloggiato nello scudo ed all'estremità della batteria di aste con rilevatori idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchi del gruppo I, categoria M2);
- redigere durante le perforazioni, per ogni turno di lavoro, un verbale recante: l'ora, il luogo, le modalità della misura ed i valori del tenore di gas;
- verificare l'assenza di gas in tutto il Volume 2P ed in particolare nelle zone a ventilazione impedita, insufficiente o di possibile accumulo di miscela esplosiva (layering), al termine delle operazioni di perforazione, prima del ripristino della tensione degli impianti elettrici ordinari.

• Impianti, macchine ed attrezzature

- prima di iniziare la perforazione si devono sezionare gli impianti elettrici ordinari contenuti nel Volume 2P;
- il riflusso dei fluidi di perforazione, potenzialmente contaminati dalla presenza di gas, deve essere convogliato con circuito chiuso nel Volume 3;
- al termine delle perforazioni, devono essere ripristinate le chiusure a tenuta dei boccafori;
- perforatrice idonea a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchi del gruppo I, categoria M2) ed in grado di impedire durante la perforazione l'immissione di gas nell'ambiente mediante soluzioni quali, ad esempio, il preventer radiale.

• Ventilazione

- in prossimità della postazione di perforazione deve essere disponibile aria compressa proveniente dall'atmosfera esterna alla galleria per lavaggi (bonifica).

• Utilizzo di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille

- vietato durante la fase di prospezione.

VOLUME 3**Tunnel nastro durante la fase di avanzamento****• Monitoraggio gas**

Il Responsabile del Monitoraggio deve:

- scegliere la dislocazione, all'interno del Volume, dei punti di misura dell'impianto di monitoraggio automatico con registrazione continua delle concentrazioni di grisù in aria. L'impianto deve governare i sistemi di allarme associati alle concentrazioni limite di gas definite nel successivo capitolo 11;

- analizzare i valori del monitoraggio automatico. Tale analisi deve essere comunicata al Tecnico Specialista che verifica la congruenza tra le aspettative e le effettive manifestazioni di grisù. Se quest'ultimo lo ritiene opportuno fornisce al cantiere nuove indicazioni tecniche di sicurezza;
 - stabilire un programma di verifica e manutenzione dei sistemi di controllo dell'esplosività dell'atmosfera secondo quanto indicato nel successivo capitolo 13.
- **Impianti, macchine attrezzature**
 - impianti, macchine ed attrezzature devono essere idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchi del gruppo I, categoria M2);
 - gli impianti elettrici a sicurezza del tipo M2 devono essere sezionati automaticamente al raggiungimento della concentrazione di grisù del 5% in volume.
- **Ventilazione**
 - disponibilità di aria pura proveniente dall'atmosfera esterna alla galleria mediante derivazione dal tubo di ventilazione principale o mediante qualsiasi altra soluzione tecnologicamente sicura ed efficiente;
 - presenza di una valvola di regolazione della portata d'aria;
 - presenza di un misuratore di portata nella derivazione. I valori misurati devono essere registrati e visualizzati con le modalità di cui al punto 9.2.

VOLUME 3M

Tunnel nastro durante la fase di manutenzione

- **Monitoraggio gas**
Il Responsabile del Monitoraggio deve:
 - verificare l'assenza di allarmi attivi in tutto il sotterraneo prima dell'inizio delle operazioni di manutenzione del tunnel nastro;
 - integrare il monitoraggio automatico con controlli sistematici manuali eseguiti lungo lo sviluppo del tunnel nastro, mediante rilevatori idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchio del gruppo I, categoria M2);
 - redigere, per ogni turno di lavoro, un verbale recante: l'ora, il luogo delle misure, le modalità ed i valori del tenore di gas.
- **Impianti, macchine e attrezzature**
Le procedure devono imporre la chiusura della saracinesca a valle della coclea e lo svuotamento del nastro.
- **Ventilazione**
 - disponibilità di aria proveniente dall'atmosfera esterna alla galleria mediante derivazione dal tubo di ventilazione principale o mediante qualsiasi altra soluzione tecnologicamente sicura ed efficiente;
 - presenza di una valvola di regolazione della portata d'aria.

- **Utilizzo di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o scintille**
 - permesso previa autorizzazione del Responsabile del Monitoraggio (procedura “Gas Free”);
 - durante i lavori l’Addetto al Monitoraggio deve controllare costantemente lo stato dell’aria in un significativo intorno della sorgente di innesco con strumentazione manuale.

VOLUME 4

Galleria, rivestita con anelli, a tergo del back up

- **Monitoraggio gas**
Il Responsabile del Monitoraggio deve:
 - scegliere la dislocazione dei punti di misura dell’impianto di monitoraggio automatico con registrazione continua delle concentrazioni di metano in aria. L’impianto deve governare i sistemi di allarme associati alle concentrazioni limite di gas definite nel successivo capitolo 11;
 - integrare il monitoraggio automatico con misure e controlli sistematici eseguiti con strumentazione portatile idonea a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchio del gruppo I, categoria M2);
 - redigere, per ogni turno di lavoro, un verbale recante, per ogni misura: l’ora, il luogo, le modalità ed i valori di tenore di gas;
 - analizzare i valori del monitoraggio automatico e manuale. Tale analisi deve essere comunicata al Tecnico Specialista che verifica la congruenza tra le aspettative e le effettive manifestazioni di grisù. Se quest’ultimo lo ritiene opportuno fornisce al cantiere nuove indicazioni tecniche di sicurezza;
 - stabilire un programma di verifica e manutenzione dei sistemi di controllo dell’esplosività dell’atmosfera secondo quanto indicato nel successivo capitolo 13.

- **Impianti, macchine attrezzature**
 - impianti, macchine ed attrezzature idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchi del gruppo I, categoria M2);
 - gli impianti elettrici, che sono tutti a sicurezza (apparecchi del gruppo I, categoria M2), devono essere sezionati automaticamente al raggiungimento della concentrazione di grisù del 5% in volume.

- **Utilizzo di sorgenti di calore con temperature pericolose e/o produzione di fiamme e/o di scintille**
Le lavorazioni con produzione di temperature pericolose, fiamme e scintille devono essere svolte all’esterno della galleria o, se possibile, devono essere sostituite con altre che non comportano tale rischio. Se, a seguito di un’attenta analisi delle singole lavorazioni, permanesse la necessità di ricorrere ad alcune lavorazioni pericolose, queste potranno essere svolte solo se si applicano le seguenti procedure³:
 - autorizzazione del Responsabile del Monitoraggio (procedura “Gas Free”);

³ E’ obbligatorio eseguire all’esterno tutto quello che è possibile tecnicamente o trovare soluzioni alternative. L’uso delle sorgenti ad alta temperatura deve necessariamente essere l’extrema ratio ed essere associata a lavorazioni indispensabili ed indifferibili.

- analisi dello stato dell'aria in un significativo intorno della potenziale sorgente di innesco durante la lavorazione (è imposta la presenza, sul luogo di lavoro, dell'Addetto al Monitoraggio che valuta preventivamente le condizioni ambientali e che, durante l'esecuzione dei lavori, segue costantemente, con strumentazione portatile, l'evoluzione delle concentrazioni di gas nell'atmosfera attorno all'area di lavoro, al fine di interrompere la lavorazione nel caso venga riscontrata presenza di grisù);
- immissione nell'area di lavoro di aria prelevata direttamente dall'esterno, in quantità giudicata sufficiente dal Responsabile del Monitoraggio per mantenere i livelli di concentrazione al di sotto della sensibilità strumentale;
- prima di iniziare la lavorazione pericolosa devono essere messi a disposizione estintori sul luogo dei lavori.

9. MISURE DI SICUREZZA COMUNI A TUTTI I VOLUMI

9.1 IMPIANTO DI VENTILAZIONE

Si deve realizzare l'ottimizzazione della ventilazione ed il controllo automatico con registrazione dei parametri che la governano (portata e prevalenza). Il calcolo delle portate d'aria deve considerare le necessità di apporto di aria pura per le installazioni della fresa, le necessità di diluizione del grisù, il numero di lavoratori e la potenza complessiva delle macchine impegnate nei trasporti.

I controlli strumentali devono misurare la prevalenza e la portata d'aria nella sezione iniziale e la portata nella sezione del tubo di ventilazione corrispondente all'inizio del back up. I valori misurati devono essere trasmessi senza soluzione di continuità alla sala di controllo monitoraggio gas di cui al punto successivo 9.2.

L'efficienza della ventilazione deve essere controllata anche con misure manuali in sezioni di riflusso significative. Il Responsabile del Monitoraggio deve imporre specifiche procedure di sicurezza idonee a fronteggiare condizioni di ventilazione carente, rispetto a problematiche connesse al rischio grisù o all'arresto dei ventilatori.

9.2 SALA DI CONTROLLO DEL MONITORAGGIO GAS

L'impianto di registrazione e controllo deve essere collocato in una sala esterna alla galleria. I valori rilevati dal sistema di monitoraggio devono essere visualizzati anche all'interno della cabina di pilotaggio della fresa.

9.3 FUNZIONALITÀ DEL SISTEMA DI RILEVAMENTO GAS

Nel caso in cui il sistema di rilevamento gas vada in avaria lo scavo si deve interrompere automaticamente e devono essere sezionate le linee non AD.

Il Responsabile del Monitoraggio deve predisporre una procedura per la riattivazione dello scavo.

9.4 FUNZIONALITÀ DEL SISTEMA DI VENTILAZIONE

Nel caso in cui il sistema di ventilazione vada in avaria lo scavo si deve interrompere automaticamente.

Il Responsabile del Monitoraggio deve predisporre una procedura per la riattivazione dello scavo.

9.5 CONTAINER DI SALVATAGGIO

Nella fresa deve essere installato un “container di salvataggio” che consenta ai lavoratori, in presenza di specifici scenari incidentali e di ostacoli che impediscono l’uscita dal sotterraneo, di rifugiarsi in un ambiente maggiormente protetto in attesa dei soccorsi.

Per il dimensionamento del container, le sue caratteristiche, l’impiantistica, le attrezzature di soccorso e primo intervento a corredo si rinvia alla NIR n°9 “Container di salvataggio”.

9.6 VEICOLO DI EVACUAZIONE DI EMERGENZA

In prossimità del back up deve sempre essere presente un veicolo, per l’immediata evacuazione del personale nelle situazioni di crisi, idoneo a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchi del gruppo I, categoria M2).

Il veicolo deve avere capienza tale da consentire l’evacuazione contemporanea di tutte le persone presenti in sotterraneo.

Il Responsabile del Monitoraggio deve predisporre una procedura per il rapido raggiungimento del veicolo e per il suo transito prioritario rispetto agli altri mezzi.

9.7 CONTROLLO DEGLI ACCESSI IN SOTTERRANEO

Il numero e l’identificazione delle persone presenti all’interno del sotterraneo deve essere rilevato da un idoneo sistema che fornisca, in tempo reale, tali informazioni all’esterno.

10. SISTEMA E PROCEDURE DI MONITORAGGIO

- **Organizzazione del Servizio di Monitoraggio gas**
 - l’azione di controllo gas è uno dei punti nodali del sistema di sicurezza; pertanto, il Servizio di Monitoraggio gas, composto da un Responsabile del Monitoraggio e da Addetti al Monitoraggio, deve essere sempre attivo. Il numero di addetti deve essere sufficiente alla copertura di tutti i turni di lavoro.
- **Controllo delle concentrazioni di grisù nell’atmosfera del complesso TBM - galleria**
 - impianto di monitoraggio automatico, con registrazione continua dei tenori di gas, per il controllo dell’atmosfera. L’impianto deve essere costituito da un numero di rilevatori adeguato alle dimensioni della fresa e collocati nei Volumi

2, 3 e 4. I rilevatori devono essere posizionati in modo tale che effettuino misure significative.

Per il Volume 1 si richiede la presenza di rilevatori che vengono attivati prima che sia disposto l'accesso del personale alla camera di scavo per le operazioni di ispezione e manutenzione;

- per controllare il movimento del “tappo” di gas nel Volume 4, devono essere installati ulteriori rilevatori tra la fine del back up e l'imbocco galleria. Il numero e la posizione dei punti di misura devono essere stabiliti dal Responsabile del Monitoraggio a seguito di uno studio, i cui risultati devono essere formalizzati con relazione tecnica;
- monitoraggio manuale, ha lo scopo di coadiuvare il sistema di monitoraggio automatico ricercando il gas nelle zone non coperte dai sensori fissi, in zone di possibile accumulo, e deve essere eseguito con continuità. Il monitoraggio manuale deve essere sistematicamente adottato durante le fasi di manutenzione e perforazione (Volumi 1M, 2M, 2P e 3M).

- **Procedura “Gas Free”**

- è da attivarsi in tutti quei casi previsti nel capitolo 8 e comunque in tutti quei casi in cui il Responsabile del Monitoraggio lo ritenga necessario.

11. STATI DI ALLARME E ABBANDONO DELLA GALLERIA

Nella TBM, realizzata con le modalità indicate nella presente NIR, il flusso di grisù generatosi dall'azione di scavo e proveniente dalla camera di scavo può essere rilevato all'interno del volume 3.

Detto flusso di grisù può essere controllato agendo sulla velocità di scavo e diluito agendo sulla portata della ventilazione.

Nel Volume 3, l'entità dell'emissione di gas dal marino può essere regolata agendo sulla quantità di marino estratto dalla coclea. In altri termini, la velocità di avanzamento della fresa dipende dalla quantità di gas rilevato. La regolazione della velocità di avanzamento della fresa deve prevedere l'arresto dello scavo prima del raggiungimento di concentrazioni prossime al livello di allarme⁴.

11.1 SOGLIE DI ALLARME

Si definiscono:

- condizioni normali (nessun allarme);
- soglia di attenzione;
- soglia di preallarme;
- allarme/evacuazione;
- sgancio impiantistica elettrica a sicurezza (gruppo I, categoria M2).

⁴ Automaticamente, al crescere del tenore di gas, viene limitata la portata estratta dalla coclea e quindi la velocità di avanzamento della TBM. A tal fine deve essere individuata una corrispondenza tra concentrazioni in volume di gas in aria rilevate e velocità massime di avanzamento consentite. Tale corrispondenza può essere rappresentata graficamente in un diagramma.

Le concentrazioni in volume di gas in aria (% volumetrica di metano / % volumetrica di aria) misurate nei diversi Volumi determinano i provvedimenti da adottarsi in relazione alle attività ed alle caratteristiche degli impianti elettrici installati. Di conseguenza in ogni Volume, ad una soglia di allarme corrisponde una specifica concentrazione di gas⁵.

11.2 COLORE DEL SEMAFORO

Alle soglie di allarme si associano i seguenti colori del sistema semaforico:

condizioni normali	Verde
soglia di attenzione	Blu
soglia di preallarme	Arancio
allarme/evacuazione	Rosso

11.3 VOLUME 2

Valgono i seguenti stati di allarme:

Stato di allarme	CH ₄ (%) nel Volume 2	Colore semaforo	Velocità avanzamento
nessuno (condizioni normali)	CH ₄ < 0,15	Verde	non condizionata
preallarme	0,15 ≤ CH ₄ < 0,35	Arancio	arresto scavo
allarme / evacuazione	0,35 ≤ CH ₄ < 5,00	Rosso	arresto scavo
sgancio impiantistica Ex	CH ₄ =5,00	Rosso	arresto scavo

⁵ La condizione di allarme è unica ed univoca per tutto il sotterraneo. Deve essere ripetuta in tutto il sotterraneo a prescindere dal punto in cui è rilevata. In ogni volume si deve dar atto alle procedure previste per il tipo di allarme.

11.4 VOLUME 3

Valgono i seguenti stati di allarme

Stato di allarme	CH ₄ (%) nel Volume 3	Colore semaforo	Velocità avanzamento
nessuno (condizioni normali)	CH ₄ < 0.35	Verde	non condizionata
attenzione	0,35 ≤ CH ₄ < 3,00	Blu	secondo diagramma ⁶
preallarme	3,00 ≤ CH ₄ < 4,00	Arancio	arresto scavo
allarme / evacuazione	4,00 ≤ CH ₄ < 5,00	Rosso	arresto scavo
sgancio impiantistica Ex	CH ₄ =5,00	Rosso	arresto scavo

11.5 VOLUME 4

Valgono i seguenti stati di allarme:

Stato di allarme	CH ₄ (%) nel Volume 4	Colore semaforo	Velocità avanzamento
nessuno (condizioni normali)	CH ₄ < 0.30	Verde	non condizionata
attenzione	0,30 ≤ CH ₄ < 0,70	Blu	non condizionata
preallarme	0,70 ≤ CH ₄ < 1,00	Arancio	non condizionata
allarme / evacuazione	1,00 ≤ CH ₄ < 5,00	Rosso	arresto scavo
sgancio impiantistica Ex	CH ₄ =5,00	Rosso	arresto scavo

⁶ Vedi nota n° 4 a piè di pagina 33

11.6 ATTIVAZIONE DEGLI STATI DI ALLARME

Il raggiungimento del valore limite inferiore (soglia) di ogni stato di allarme dà inizio alle rispettive procedure di sicurezza.

Stato di allarme	Volume 2 CH ₄ (%)	Volume 3 CH ₄ (%)	Volume 4 CH ₄ (%)
Soglia attenzione	non prevista	0,35	0,30
Soglia preallarme	0,15	3,00	0,70
Soglia allarme / evacuazione	0,35	4,00	1,00
Soglia sgancio impiantistica Ex	5,00	5,00	5,00

11.6.1 Soglia di attenzione

La soglia di attenzione è prevista unicamente nel Volume 3 e nel Volume 4.

Il superamento della soglia di attenzione determina l'attivazione della segnalazione luminosa blu nei display del sistema di monitoraggio.

Il semaforo all'imbocco della galleria ed i segnalatori luminosi dei ripetitori e delle centraline di monitoraggio gas poste lungo la galleria e nel back up si accendono sul colore blu.

Nel caso che la soglia di attenzione sia stata rilevata nel Volume 3, la velocità di avanzamento della fresa viene automaticamente ridotta in relazione al diagramma che vincola la velocità di avanzamento della fresa al tenore di grisù.

Il Responsabile del Monitoraggio deve predisporre specifiche procedure di sicurezza in relazione al Volume interessato dal raggiungimento del valore di soglia.

11.6.2 Soglia di preallarme

La soglia di preallarme è prevista per i Volumi 1M, 2, 3 e 4.

Il superamento della soglia di preallarme determina l'attivazione della segnalazione luminosa arancio nei display del sistema di monitoraggio e la segnalazione acustica.

Il semaforo all'imbocco della galleria ed i segnalatori luminosi dei ripetitori e delle centraline di monitoraggio gas poste lungo la galleria e nel back up si accendono sul colore arancio.

Le condizioni operative devono prevedere:

- l'arresto delle operazioni di scavo nel caso in cui si superi la soglia nei volumi 2 e 3;
- la chiusura della saracinesca di valle nel caso in cui si superi la soglia nei volumi 2 e 3.

Nel caso in cui la soglia sia superata nel Volume 4, il Responsabile del Monitoraggio deve individuare tempestivamente la sorgente emettitrice.

Il Responsabile del Monitoraggio deve predisporre specifiche procedure di sicurezza in relazione al Volume interessato dal raggiungimento del valore di soglia.

11.6.3 Soglia di allarme / evacuazione

Il superamento della soglia di allarme / evacuazione determina l'attivazione della segnalazione luminosa rosso sui display del sistema di monitoraggio.

Il semaforo all'imbocco della galleria ed i segnalatori luminosi dei ripetitori e delle centraline di monitoraggio gas poste lungo la galleria e nel back up si accendono sul colore rosso e si attivano contemporaneamente le segnalazioni acustiche.

Le condizioni operative devono prevedere:

- lo sgancio automatico dell'impiantistica elettrica non idonea ad operare in atmosfera potenzialmente esplosiva.

Il Responsabile del Monitoraggio deve fornire supporto per predisporre specifiche procedure per l'evacuazione in sicurezza del personale.

11.6.4 Soglia di sgancio

Il raggiungimento della soglia del 5% di metano in aria determina lo sgancio dell'impiantistica elettrica idonea ad operare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchi del gruppo I, categoria M2).

Il personale ha già abbandonato il sotterraneo alle concentrazioni della soglia di allarme/evacuazione.

11.6.5 Rientri dagli stati di allarme

Il Responsabile del Monitoraggio concorre a predisporre specifiche procedure di sicurezza per il ripristino delle normali condizioni di lavoro una volta risolte le condizioni di stato di allarme.

Il Responsabile del Monitoraggio concorre a predisporre specifiche procedure di sicurezza per il ripristino della tensione elettrica degli impianti elettrici ordinari una volta risolte le condizioni di stato di allarme.

Il Responsabile del Monitoraggio concorre a predisporre specifiche procedure di sicurezza per il ripristino della tensione elettrica degli impianti elettrici idonei ad operare in atmosfera potenzialmente esplosiva al rientro dalla soglia del limite inferiore di esplosività⁷.

11.7 ASPETTI GENERALI RELATIVI A TUTTO IL SOTTERRANEO

Il sistema di allarme che segnala la presenza di gas, è del tipo acustico e luminoso ed è governato dai rilevatori in posizione fissa che controllano con continuità il tenore di gas nell'atmosfera.

Il sistema deve entrare in funzione automaticamente quando uno qualsiasi dei rilevatori misura tenori del gas in aria pari alla soglia di uno degli stati di allarme.

Se il tenore di gas raggiunge la concentrazione di allarme / abbandono in un Volume del sotterraneo deve essere allontanato tutto il personale dalla galleria.

Il Datore di Lavoro, sentito il RSPPA e con il supporto del Responsabile del Monitoraggio definisce le procedure da adottare al raggiungimento della concentrazione di

⁷ Il Responsabile del Monitoraggio collabora per la stesura e la predisposizione delle procedure, anche con il Responsabile Elettrico.

abbandono. Tali procedure devono garantire la sicurezza del personale e l'inibizione di ogni potenziale sorgente di innesco.

Il sistema di allarme deve essere attivabile anche manualmente. Specifiche procedure devono prevedere i casi specifici in cui il raggiungimento o superamento dei tenori corrispondenti a soglie di allarme, misurati con strumentazione portatile, comportano l'attivazione manuale del corrispondente allarme.

L'attivazione del sistema di allarme deve essere portata a conoscenza di tutto il personale che opera nel sotterraneo e di eventuali visitatori e deve essere segnalata all'esterno secondo le seguenti modalità:

In fresa:

- gli stati di allarme devono corrispondere ai quattro colori codificati dei semafori (condizioni normali – colore verde, attenzione – colore blu, preallarme – colore arancio, allarme / evacuazione del sotterraneo – colore rosso) ubicati in punti significativi della fresa;
- la corrispondenza tra il colore del semaforo e lo stato di allarme deve essere riprodotta in una tabella posta in prossimità del semaforo all'imbocco del back up;
- la condizione di abbandono della galleria deve essere segnalata anche con un allarme acustico.

Lungo l'asta della galleria:

- gli stati di allarme devono corrispondere ai quattro colori codificati dei semafori (condizioni normali – colore verde, attenzione – colore blu, preallarme – colore arancio, allarme / evacuazione del sotterraneo – colore rosso) ubicati lungo lo sviluppo della galleria, in posizione fissa, a distanza di 500 m tra di loro a partire dall'imbocco;
- la condizione di abbandono della galleria deve essere segnalata anche con un allarme acustico.

All'imbocco della galleria:

- gli stati di allarme devono corrispondere ai quattro colori codificati del semaforo (condizioni normali – colore verde, attenzione – colore blu, preallarme – colore arancio, allarme / evacuazione del sotterraneo – colore rosso);
- la corrispondenza tra il colore del semaforo e lo stato di allarme deve essere riprodotta in una tabella posta in prossimità del semaforo all'imbocco della galleria;
- la condizione di abbandono della galleria deve essere segnalata anche con un allarme acustico.

12. SEZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Gli impianti elettrici relativi ai servizi di sicurezza, quali ad esempio il sistema di controllo dell'esplosività dell'atmosfera, l'illuminazione di sicurezza, l'impianto di comunicazione e allarme interno/esterno, devono essere di tipo idoneo a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva (apparecchi del gruppo I, categoria M2).

12.1 VOLUME 2

Al raggiungimento della concentrazione di gas 0,35%, l'impianto di monitoraggio deve prevedere la messa fuori tensione automatica degli impianti elettrici non idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva. Deve essere possibile il sezionamento manuale degli impianti elettrici ordinari.

Al raggiungimento della concentrazione di gas 5%, l'impiantistica elettrica a sicurezza contro il pericolo di esplosione deve essere messa automaticamente fuori tensione.

12.2 VOLUMI 3 E 4

Al raggiungimento della concentrazione di gas 5% l'impiantistica elettrica a sicurezza contro il pericolo di esplosione deve essere messa automaticamente fuori tensione.

13. MANUTENZIONE E VERIFICA DEI SISTEMI DI CONTROLLO DELL'ESPLOSIVITÀ

La manutenzione e la verifica dei sistemi di controllo dell'esplosività e dei sistemi di sgancio costituiscono un elemento essenziale del sistema di sicurezza contro il pericolo di esplosione.

Nei paragrafi che seguono sono definite le periodicità e modalità di verifica del sistema sensori – allarme – sgancio degli impianti elettrici.

In aggiunta a tali controlli, anche gli impianti non elettrici, le macchine e le attrezzature devono essere sottoposti a verifiche, sulla base di specifici protocolli.

13.1 ISPEZIONE E MANUTENZIONE DEI SISTEMI DI CONTROLLO DELL'ESPLOSIVITÀ DELL'ATMOSFERA

Il sistema di rilevazione di concentrazione del metano e di allarme deve essere sottoposto ad interventi di manutenzione per garantirne nel tempo l'efficienza.

La periodicità degli interventi di ispezione e manutenzione deve essere la seguente:

- ispezione, interventi a **carattere giornaliero** eseguiti dall'Addetto al Monitoraggio o da personale adeguatamente addestrato;
- controllo e manutenzione preventiva, interventi a **cadenza settimanale** a cura dell'Addetto al Monitoraggio. Tali interventi devono essere attuati sulla base delle istruzioni del Costruttore, dei fattori che possono determinare il deterioramento del sistema (umidità, polvere, vibrazioni, urti, ecc.) e dei risultati dei controlli precedenti. L'intervento deve essere registrato su apposito foglio di lavoro a cura dell'Addetto al Monitoraggio e vistato dal Responsabile del Monitoraggio. Il foglio di lavoro deve contenere tutti gli estremi utili per individuare la data, il componente del sistema di controllo interessato dall'intervento e il tipo di intervento eseguito;

- manutenzione per guasto, interventi di riparazione **eseguiti quando necessario** da personale tecnicamente specializzato con la supervisione dell'Addetto al Monitoraggio. L'intervento deve essere registrato su apposito foglio di lavoro a cura dell'Addetto al Monitoraggio e vistato dal Responsabile del Monitoraggio. Il foglio di lavoro deve contenere tutti gli estremi utili per individuare la data, il componente del sistema di controllo interessato dall'intervento, il guasto rilevato e gli esiti dell'intervento.

In caso di necessità le azioni devono essere integrate da interventi della Società che ha fornito il sistema e ne ha curato l'installazione. Anche in questo caso deve essere predisposta idonea documentazione da cui sia possibile individuare la data, il componente del sistema di controllo interessato dall'intervento e il tipo di intervento eseguito.

13.2 VERIFICA DEI SISTEMI DI CONTROLLO DELL'ESPLOSIVITÀ DELL'ATMOSFERA, DELLE COSTRUZIONI ELETTRICHE A SOVRAPPRESSIONE INTERNA

13.2.1 Taratura dei sensori

I sensori del sistema di rilevazione di concentrazione del metano (fissi e portatili) devono essere sottoposti ad interventi di taratura (calibrazione dei sensori) per garantirne nel tempo l'efficienza.

La periodicità degli interventi di taratura deve essere la seguente:

- taratura, interventi a **cadenza trimestrale**, salvo periodicità più frequente stabilita dal Costruttore o resasi necessaria in funzione dei risultati degli interventi precedenti. La taratura deve essere curata dal Responsabile del Monitoraggio e deve essere registrata su apposito foglio di lavoro. Quest'ultimo deve contenere tutti gli estremi utili per individuare la data, il sensore, il risultato della calibrazione.

In caso di necessità la taratura deve essere integrata da interventi della Società che ha fornito il sistema e ne ha curato l'installazione. Anche in questo caso deve essere predisposta idonea documentazione da cui sia possibile individuare la data, il sensore e il risultato della calibrazione.

13.2.2 Verifica della corrispondenza tra le concentrazioni rilevate e la risposta del sistema. Prove periodiche di messa fuori tensione dell'impianto elettrico

La verifica dell'efficienza del sistema di controllo dell'esplosività deve considerare tutti gli elementi che lo costituiscono: sensori di rilevamento gas, linee di trasmissione dati, computer di acquisizione ed elaborazione dati, gruppo di segnalazione allarmi, circuito di comando dello sgancio dell'impianto elettrico.

Le prove di sgancio automatiche e manuali devono riguardare:

- gli impianti elettrici ordinari nei casi del Volume 2;
- gli apparecchi per atmosfere potenzialmente esplosive che utilizzano il modo di protezione a sovrappressione interna;
- gli impianti elettrici idonei a funzionare in atmosfera potenzialmente esplosiva.

La periodicità delle prove deve essere la seguente:

- prove di sgancio periodiche, prove con **periodicità trimestrale** a cura del Responsabile degli impianti elettrici del cantiere in collaborazione con il Responsabile del Monitoraggio. La prova di sgancio deve essere registrata su apposito foglio di lavoro, firmato dal Responsabile degli Impianti elettrici e vistato dal Responsabile del Monitoraggio. Il foglio deve contenere gli estremi utili per individuare la data, l'elemento del sistema di sgancio verificato e il tipo di prova eseguita.

In caso di esito negativo, la prova deve essere eseguita nuovamente subito dopo il ripristino della funzionalità del sistema, annotando l'evento sul foglio di lavoro.

13.2.3 Verifica dell'efficienza degli apparecchi elettrici a sovrappressione interna

La verifica del modo di protezione a sovrappressione interna consiste in:

- controllo della tenuta del contenitore;
- controllo della portata d'aria di pressurizzazione e della pressione all'interno dell'apparecchio;
- tempo di ritardo, ove previsto, tra la diminuzione del valore della pressione al di sotto di un valore prestabilito e la messa fuori tensione dell'apparecchio elettrico;
- tempo di lavaggio previsto dopo la messa fuori tensione dell'apparecchio elettrico per il ripristino dell'alimentazione elettrica.

13.2.4 Prove straordinarie di messa fuori tensione degli impianti elettrici

In occasione di **modifiche significative degli impianti elettrici** quali gli interventi sulla dorsale MT, le modifiche rilevanti della rete di distribuzione e le modifiche degli impianti di sicurezza (sistema di rilevazione gas, sistema di comunicazione e allarme, ecc.) deve essere eseguita una prova integrativa di verifica dello sgancio dell'impianto elettrico.

In occasione di modifiche significative apportate agli impianti elettrici deve essere eseguita una prova straordinaria di sgancio a cura del Responsabile degli Impianti elettrici del cantiere in collaborazione con il Responsabile del Monitoraggio. La prova deve essere registrata su apposito foglio di lavoro, firmato dal Responsabile degli Impianti elettrici e vistato dal Responsabile del Monitoraggio. Il foglio deve contenere tutti gli estremi utili per individuare la data, l'elemento del sistema di sgancio verificato e il tipo di prova eseguita.

In caso di esito negativo, la prova deve essere eseguita nuovamente subito dopo il ripristino della funzionalità del sistema, annotando quanto accaduto sul foglio di lavoro.

14. INFORMAZIONE, FORMAZIONE, ADDESTRAMENTO

La complessità del sistema TBM – galleria, la presenza di Volumi nel sotterraneo in cui le miscele aria-grisù sono da escludere o invece ne è accettata la presenza determinano la necessità di svolgere un'accurata azione di informazione, formazione ed addestramento.

In particolare si dovrà:

- informare, formare ed addestrare il personale relativamente alle specifiche funzioni anche:

- sui rischi derivanti da presenza di grisù in galleria;
 - sui comportamenti da tenere in presenza di grisù nell'atmosfera di galleria;
 - sulle norme e le procedure di sicurezza da rispettare per far fronte al rischio di esplosione di miscele gassose;
 - sull'uso, sui limiti di utilizzo e sulla manutenzione degli apparecchi, dei sistemi di protezione e dei componenti in relazione al rischio grisù;
- attuare il sistema di procedure di monitoraggio, di allarme e di abbandono indicati nei capitoli precedenti.

15. MESSA IN ESERCIZIO E VERIFICHE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Le procedure e le verifiche di legge connesse alla messa in servizio di una TBM-EPB devono considerare la complessità della situazione costituita da una macchina destinata a scavare una galleria (macchina prodotta da un fabbricante) e dalla galleria in corso di realizzazione che è un manufatto in carico all'impresa di costruzione.

Riguardo agli aspetti di sicurezza meccanica e di equipaggiamento elettrico la fresa ricade nel campo di applicazione della Direttiva 2006/42/CE, la cosiddetta "Direttiva macchine".

Il fabbricante deve immettere sul mercato una macchina rispondente ai requisiti essenziali di sicurezza (RES). Per fare ciò è chiamato a effettuare una valutazione dei rischi, predisporre un fascicolo tecnico, redigere una dichiarazione CE di conformità ed infine apporre la marcatura CE.

Analoga procedura deve essere seguita per immettere sul mercato un apparecchio (o un assieme di apparecchi), come la TBM, destinati ad operare in atmosfera potenzialmente esplosiva, secondo i principi contenuti nella Direttiva 94/9/CE (Direttiva ATEX 4).

La "Direttiva macchine" e la "Direttiva ATEX 4" mantengono il loro ambito d'applicazione ben distinto, ma, nello stesso tempo, devono essere correlate tra loro in modo da individuare soluzioni che permettano di realizzare un prodotto sicuro, e di individuare un iter procedurale percorribile.

Nella TBM, nelle fasi, rispettivamente, di progettazione e di realizzazione, il Datore di Lavoro, sulla base delle informazioni fornite dal Costruttore sulla dislocazione delle sorgenti di innesco efficaci e sulle potenziali vie di ingresso del metano, ha individuato i Volumi. L'individuazione di tali Volumi ha consentito di applicare i principi della Norma EN 1127-2, ossia di minimizzare il rischio esplosione nei singoli Volumi definiti, agendo o sulle sorgenti d'innesco o sull'atmosfera potenzialmente esplosiva.

Per gli apparecchi destinati ad operare in atmosfera potenzialmente esplosiva, il Costruttore applica una delle procedure di valutazione della conformità previste dalla Direttiva 94/9/CE. In tale ambito la TBM può essere considerata un "**apparecchio**" o un "**assieme di apparecchi**".

Nel primo caso (TBM-apparecchio) il Costruttore applica un'unica marcatura CE sull'intero apparecchio.

Nel secondo caso (TBM-assieme) il Costruttore assembla i singoli apparecchi certificati e marcati CE anche da altri Costruttori e valuta gli eventuali rischi d'ignizione

aggiuntivi conseguenti all'assemblaggio degli apparecchi stessi funzionalmente collegati. In assenza di tali rischi, il Costruttore non è tenuto ad apporre alcuna marcatura CE sull'assieme; nel caso contrario deve invece seguire la stessa procedura prevista per l'apparecchio: valutazione rischio, certificazione, apposizione di una nuova marcatura CE per l'assieme (impianto) nel suo complesso.

In questa Nota Interregionale, la TBM è considerata un assieme. La realizzazione Ex e la conseguente certificazione riguarda quanto meno gli apparecchi elettrici e non elettrici installati nei Volumi 3 e 4, quelli dei sistemi di controllo di esplosività dell'atmosfera e della ventilazione artificiale, quelli di comunicazione di emergenza e dei servizi di sicurezza in genere.

La documentazione a corredo della TBM e della galleria finita deve contenere:

1. una sintetica descrizione della TBM e degli impianti ad essa funzionalmente connessi, delle fasi di lavorazione (compresi l'avviamento e l'arresto), della manutenzione;
2. l'individuazione dei Volumi del sottterraneo;
3. l'identificazione delle sorgenti d'innescio efficaci nei diversi Volumi;
4. la descrizione dei provvedimenti tecnici adottati nei suddetti Volumi per evitare o limitare la formazione di miscele esplosive o controllare la loro evoluzione quali ad esempio: ventilazione forzata, controllo di esplosività dell'atmosfera⁸ e relative ridondanze;
5. l'individuazione delle condizioni pericolose 1 e 2 nei diversi volumi dell'impianto e dello scavo;
6. le procedure di lavoro, di interruzione rapida dell'attività lavorativa (in caso di emergenza) e di messa fuori tensione degli impianti elettrici in relazione ai diversi stati di allarme;
7. la descrizione degli apparecchi elettrici e non elettrici installati nei Volumi, i modi di protezione utilizzati⁹, la relativa categoria e la conseguente documentazione prevista dalla Direttiva 94/9/CE.

Le verifiche connesse alle atmosfere potenzialmente esplosive devono riguardare il complesso TBM – galleria scavata.

La messa in esercizio e le verifiche degli impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione sono attualmente disciplinate dai *Capi III e IV* del D.P.R. n° 462/01 "*Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi*".

Per gli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione, è previsto il seguente iter tecnico-amministrativo:

- l'installatore verifica la conformità dell'impianto alla normativa tecnica applicabile e rilascia al Datore di Lavoro la dichiarazione di conformità ai sensi della normativa vigente;

⁸ Un utile riferimento normativo per la realizzazione di un sistema di controllo di esplosività dell'atmosfera può essere la norma CEI 31-35 (Guida all'applicazione della Norma CEI 60079-10): punto 7.

⁹ Norma EN 1710 (Apparecchi e componenti destinati a essere utilizzati in atmosfere potenzialmente esplosive in miniere sotterranee).

- il Datore di Lavoro mette in esercizio l'impianto e, entro 30 giorni, invia la dichiarazione di conformità all'Az. USL territorialmente competente;
- l'Az. USL competente per territorio effettua l'**omologazione dell'impianto**, con la prima verifica sulla conformità alla normativa vigente, rilasciando il relativo verbale;
- il Datore di Lavoro effettua regolari manutenzioni e incarica l'Az. USL o uno degli Organismi abilitati dal Ministero dello Sviluppo Economico di eseguire le **verifiche periodiche biennali**;
- l'Az. USL o l'Organismo abilitato effettua le **verifiche straordinarie** in caso di:
 - esito negativo della verifica periodica;
 - modifica sostanziale dell'impianto;
 - richiesta del Datore di Lavoro.

Le prime verifiche, le verifiche periodiche e le verifiche straordinarie sono onerose e le spese per la loro effettuazione sono a carico del Datore di Lavoro.

Il campo di applicazione del DPR 462/01 è definito dal D.Lgs. 81/08 (Art. 296, *Verifiche*), che si applica anche ai lavori di scavo in terreni grisutosi.

Il Decreto prevede che siano sottoposte a verifica le installazioni elettriche delle zone 0, 1, 20 o 21 così come definite dall'allegato XLIX al decreto stesso. Verifiche da eseguirsi con le modalità previste dai Capi III e IV del D.P.R. 462/01.

Tali luoghi, per quanto attiene ai gas/vapori/nebbie infiammabili, sono le aree classificate come **zone 0 e 1** che, nel complesso TBM – galleria sono indicati come Volumi 2, 3 e 4 e che possono ricondursi alle **condizioni pericolose 1 e 2** della norma EN 1127-2.

Pertanto gli impianti elettrici soggetti alle verifiche di cui ai Capi III e IV del D.P.R. 462/01 sono esclusivamente quelli realizzati con apparecchi e sistemi di protezione del gruppo I e di categoria M1 o M2.

Tali prodotti, prescritti nelle condizioni pericolose 1 e 2, garantiscono infatti le stesse barriere di sicurezza fornite dagli analoghi prodotti del gruppo II e di categoria 1 e 2, idonei rispettivamente per zone 0 e 1, e richiedono le stesse procedure di valutazione della conformità.

Dalle verifiche sono esclusi i veicoli e le macchine operatrici, a meno di esplicita richiesta da parte del Datore di Lavoro.

INDICE

	PREMESSA	pag	5
	INTRODUZIONE	pag	5
1.	SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	pag	7
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	pag	7
3	TERMINI, DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI	pag	8
4	VALUTAZIONE DELLA PRESENZA DI GRISÙ NEL CONTESTO GEOLOGICO	pag	14
5	ELEMENTI PER LA CLASSIFICAZIONE DELLO SCAVO CON FRESA TBM-EPB	pag	14
6	CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLA FRESA	pag	16
7	INDIVIDUAZIONE DEI VOLUMI	pag	17
	VOLUME 1	pag	19
	VOLUME 1M	pag	20
	VOLUME 2	pag	20
	VOLUME 2M	pag	21
	VOLUME 2P	pag	21
	VOLUME 3	pag	22
	VOLUME 3M	pag	23
	VOLUME 4	pag	23
8	MISURE DI SICUREZZA CORRELATE AI SINGOLI VOLUMI	pag	24
	VOLUME 1	pag	24
	VOLUME 1M	pag	24
	VOLUME 2	pag	26
	VOLUME 2M	pag	27
	VOLUME 2P	pag	28
	VOLUME 3	pag	28
	VOLUME 3M	pag	29
	VOLUME 4	pag	30
9	MISURE DI SICUREZZA COMUNI A TUTTI I VOLUMI	pag	31
9.1	IMPIANTO DI VENTILAZIONE	pag	31
9.2	SALA DI CONTROLLO DEL MONITORAGGIO GAS	pag	31
9.3	FUNZIONALITÀ DEL SISTEMA DI RILEVAMENTO GAS	pag	31
9.4	FUNZIONALITÀ DEL SISTEMA DI VENTILAZIONE	pag	32
9.5	CONTAINER DI SALVATAGGIO	pag	32
9.6	VEICOLO DI EVACUAZIONE DI EMERGENZA	pag	32
9.7	CONTROLLO DEGLI ACCESSI IN SOTTERRANEO	pag	32
10	SISTEMA E PROCEDURE DI MONITORAGGIO	pag	32
11	STATI DI ALLARME E ABBANDONO DELLA GALLERIA	pag	33
11.1	SOGLIE DI ALLARME	pag	33
11.2	COLORE DEL SEMAFORO	pag	34
11.3	VOLUME 2	pag	34
11.4	VOLUME 3	pag	35
11.5	VOLUME 4	pag	35
11.6	ATTIVAZIONE DEGLI STATI DI ALLARME	pag	36
11.6.1	Soglia di attenzione	pag	36
11.6.2	Soglia di preallarme	pag	36
11.6.3	Soglia di allarme / evacuazione	pag	37
11.6.4	Soglia di sgancio	pag	37
11.6.5	Rientri dagli stati di allarme	pag	37
11.7	ASPETTI GENERALI RELATIVI A TUTTO IL SOTTERRANEO	pag	37
12	SEZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI	pag	38
12.1	VOLUME 2	pag	39
12.2	VOLUMI 3 E 4	pag	39

13	MANUTENZIONE E VERIFICA DEI SISTEMI DI CONTROLLO DELL'ESPLOSIVITÀ	pag	39
13.1	ISPEZIONE E MANUTENZIONE DEI SISTEMI DI CONTROLLO DELL'ESPLOSIVITÀ DELL'ATMOSFERA	pag	39
13.2	VERIFICA DEI SISTEMI DI CONTROLLO DELL'ESPLOSIVITÀ DELL'ATMOSFERA, DELLE COSTRUZIONI ELETTRICHE A SOVRAPPRESSIONE INTERNA	pag	40
13.2.1	Taratura dei sensori	pag	40
13.2.2	Verifica della corrispondenza tra le concentrazioni rilevate e la risposta del sistema. Prove periodiche di messa fuori tensione dell'impianto elettrico	pag	40
13.2.3	Verifica dell'efficienza degli apparecchi elettrici a sovrappressione intera	pag	41
13.2.4	Prove straordinarie di messa fuori tensione degli impianti elettrici	pag	41
14	INFORMAZIONE, FORMAZIONE, ADDESTRAMENTO	pag	41
15	MESSA IN ESERCIZIO E VERIFICHE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI	pag	42